

**ESTIMASI NILAI *CONDITIONAL VALUE AT RISK* (C*VAR*)
MENGUNAKAN FUNGSI *ARCHIMEDIAN COPULA***



SKRIPSI

*Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Meraih Gelar Sarjana Jurusan
Matematika pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri
Alauddin Makassar*

Oleh :

**Damayanti
60600114028**

JURUSAN MATEMATIKA

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI ALAUDDIN MAKASSAR

2018

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Mahasiswa yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Damayanti

NIM : 60600114028

Tempat/Tgl. Lahir : Gattareng, 09 November 1996

Jurusan/Prodi : Matematika

Fakultas/Program : Sains dan Teknologi/ S1

Alamat : Jl. Dg. Tantu Rappokalling

Judul skripsi : Estimasi Nilai *Conditional Value at Risk* (CVaR) menggunakan
Fungsi *Archimedian Copula*

Menyatakan dengan sesungguhnya dan penuh kesadaran bahwa skripsi ini benar adalah hasil karya sendiri. Jika di kemudian hari terbukti bahwa ini merupakan duplikat, tiruan, plagiat, atau dibuat oleh orang lain, sebagian atau seluruhnya, maka skripsi dan gelar yang diperoleh karenanya batal demi hukum.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI

ALAUDDIN
MAKASSAR

Makassar, November 2018

Penulis,



DAMAYANTI
NIM:60600114028

PENGESAHAN SKRIPSI

Skripsi yang berjudul "Estimasi Nilai Conditional Value At Risk (CVaR) Menggunakan Fungsi Archimedian Copula", yang disusun oleh Saudari **Damayanti**, Nim: **60600114028** Mahasiswa Jurusan Matematika pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar, telah diuji dan dipertahankan dalam sidang *munaqasyah* yang diselenggarakan pada hari Jumat tanggal **16 November 2018 M**, bertepatan dengan **08 Rabiul Awal 1440 H**, dinyatakan telah dapat diterima sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Matematika (S.Mat).

Makassar, 16 November 2018 M
08 Rabiul Awal 1440 H

DEWAN PENGUJI

Ketua	: Dr. Thahir Maloko, M.HI.	(.....)
Sekretaris	: Risnawati Iknas, S.Si., M.Si.	(.....)
Munaqisy I	: Sri Dewi Anugrawati, S.Pd., M.Si.	(.....)
Munaqisy II	: Dr. Rahmi Damis, M. Ag.	(.....)
Pembimbing I	: Irwan, S.Si., M.Si.	(.....)
Pembimbing II	: Ilham Syata, S.Si., M.Si.	(.....)

Diketahui oleh:
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Alauddin Makassar

Prof. Dr. H. Arifuddin Ahmad, M.Ag
Nip. 19691205 199303 1 001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

“ Dan karena Tuhanmu, bersabarlah.”
(QS Al-Muddatstsir: 7)

Bermimpilah setinggi mungkin, bukanka dirimu hanya berusaha dan berdoa, selebihnya serahkan pada sang pemilik mimpi.

Tuntutlah ilmu, tetapi tidak melupakan ibadah,
Dan kerjakanlah ibadah, tetapi tidak melupakan ilmu.
(Hasan al-Bashri)

PERSEMBAHAN

Aku persembahkan karya ini untuk kedua orang tuaku, adik-adikku dan segenap keluargaku yang telah menjadi motivasi dan inspirasi yang tiada henti serta memberikan do'a dan dukungan selama ini.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R

KATA PENGANTAR



Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Dengan mengucapkan segala puji dan syukur kehadiran Allah swt. yang telah melimpahkan berkah, rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Estimasi Nilai *Conditional Value at Risk* (CVaR) Menggunakan Fungsi *Archimedian Copula*” Ini untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan studi serta memperoleh gelar sarjana matematika (S.Mat) pada program studi matematika fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada junjungan Nabi besar Muhammad saw., sebagai *uswatun hasanah* dalam meraih kesuksesan di dunia dan akhirat.

Rasa hormat dan terima kasih yang tulus dan teristimewa kepada kedua orang tua tercinta, Ibunda **Endang** dan Ayahanda **Samsuddin** atas segala do'a, kasih sayang, pengorbanan dan perjuangan serta dukungan yang luar biasa yang telah diberikan selama ini. Teruntuk untuk adik-adikku **Arrasidin**, **Ainun Karim**, dan **Afrizal** terima kasih sudah memberikan motivasi dan berbagi banyak hal selama ini. Semoga kalian semua dalam lindungan Allah swt.

Keberhasilan penulisan skripsi ini tidak lepas dari bimbingan, pengarahan dan bantuan dari berbagai pihak baik berupa pikiran, motivasi, tenaga, maupun do'a. Karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak **Prof. Dr. H. A. Musafir Pababbari., M.Si**, Rektor Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
2. Bapak **Prof. Dr. H. Arifuddin Ahmad, M.Ag.**, Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar.
3. Bapak **Irwan, S.Si., M.Si.**, Ketua Jurusan Matematika sekaligus sebagai Penasehat Akademik dan juga Pembimbing pertama atas waktu, bimbingan, arahan, motivasi dan ilmu yang diberikan dalam penyusunan dan penyempurnaan skripsi ini,
4. Ibu **Fauziah NurFahirah., S.Pd., M.Si** dan bapak **Ilham Syata., S.Si., M.Si** Pembimbing kedua atas waktu, bimbingan, arahan serta ilmu yang diberikan kepada penulis dengan penuh kesabaran.
5. Ibu **Sri Dewi Anugrawati., S.Pd., M.Sc** Penguji pertama atas waktu, bimbingan, serta ilmu yang telah diberikan untuk menyelesaikan skripsi ini.
6. Ibu **Dr Rahmi Damis., M.Ag** Penguji kedua atas waktu, bimbingan, serta ilmu yang telah diberikan kepada penulis dengan penuh kesabaran.
7. Segenap Dosen dan Staf Jurusan Matematika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin Makassar atas semua ilmu dan nasehatnya selama ini.
8. Saudara tak sedarah, Ukhti Lia, Ukhti Isma, Ukhti Desy, Ukhti Nisa, Ukhti Anti, Ukhti Nur, Ukhti Satria, Ukhti Laila. Terima kasih untuk semangat dan bantuannya selama ini.
9. Teman-teman seperjuangan angkatan 2014 **“MED14N”** yang telah memberikan semangat dan inspirasi mulai dari awal perkuliahan hingga penulisan skripsi ini.

10. Teman-teman KKN Angk-58 Kecamatan Buki Kabupaten Selayar terkhusus Desa Buki Timur, terima kasih untuk motivasi, pelajaran dan kebersamaannya selama ini.
11. Kepada semua keluarga besar yang tidak dapat di sebutkan satu persatu. Terima kasih telah memberikan do'a, motivasi dan bantuannya selama ini.
12. Kepada semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. *Syukron Jazakallahu khairan katsiran.*

Penulis menyadari masih banyak kesalahan dan kekurangan dalam penulisan skripsi ini, untuk itu sangat diharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun. Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat untuk semua.

Wassalamu'alaikumWr. Wb.

Makassar, November 2018

Penulis

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R

DAFTAR ISI

JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
PENGESAHAN SKRIPSI	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR SIMBOL	xii
ABSTRAK	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1-7
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	5
C. Tujuan	5
D. Manfaat Penelitian	6
E. Batasan Masalah	6
F. Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8-34
A. Investasi	9
B. Keuntungan (<i>Return</i>)	11
C. Risiko	14
D. Statistik Deskriptif	15
E. Autokorelasi dan Heteroskedastisitas	19
F. <i>Value at Risk</i>	20
G. <i>Conditional Value at Risk</i> (CVaR)	21
H. Fungsi Copula	24
BAB III METODE PENELITIAN	33-34
A. Jenis Penelitian	33
B. Jenis dan Sumber Data	33
C. Waktu Penelitian	33
D. Variabel dan Definisi Operasional Variabel	33
E. Prosedur Penelitian	33
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	35-50
A. Hasil Penelitian	35
B. Pembahasan	48

BAB V PENUTUP	51
A. Kesimpulan	51
B. Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN	
RIWAYAT HIDUP	



DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Harga Penutupan Saham ANTAM dan Timah	35
Tabel 4.2 Hasil Perhitungan <i>Return</i> saham ANTAM dan Timah	38
Tabel 4.3 Nilai Statistik Deskriptif <i>Return</i> ANTAM dan Timah.....	38
Tabel 4.4 Uji Ljung-Box Saham ANTAM dan Timah.....	40
Tabel 4.5 Uji ARCH LM <i>Return</i> ANTAM dan Timah	42
Tabel 4.5 Nilai VaR.....	45
Tabel 4.6 Estimasi Nilai CVaR	47



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 VaR, CVaR dan <i>Maximum Loss</i>	22
Gambar 2.2 Grafik Interpretasi dari CVaR	23
Gambar 4.1 Plot ACF <i>Return</i> ANTAM dan Timah	40
Gambar 4.2 Plot ACF <i>Return</i> Kuadrat Saham ANTAM dan Timah	42



DAFTAR SIMBOL

R_t	= <i>Return</i> sederhana saham untuk priode t
r_t	= <i>Log Return</i> saham pada priode t
$r_t[k]$	= <i>Log Return</i> saham pada priode k
P_t	= Harga penutupan saham pada priode t
P_{t-1}	= Harga penutupan saham untuk priode sebelumnya
\bar{x}	= mean aritmetika dari suatu sampel
μ_x	= mean aritmetika dari suatu populasi
x_i	= nilai dari data (variabel x)
k	= jumlah interval kelas dalam suatu sampel
K	= jumlah interval kelas dalam suatu populasi
n	= banyaknya data x dalam suatu sampel
N	= banyaknya data x dalam suatu populasi
f_i	= frekuensi atau jumlah pengamatan dalam sebuah interval kelas
$x_{m,i}$	= nilai tengah dari interval kelas
s_x	= standard deviasi dari suatu sampel
σ_x	= standard deviasi dari suatu populasi
$a_{3,x}$	= skewness
$a_{4,x}$	= kurtosis
$VaR(\alpha)$	= <i>value at risk</i>
$F_L^{-1}(\alpha)$	= invers dari fungsi distribusi
α	= tingkat kepercayaan
$CVar_\alpha$	= <i>conditional value at risk</i>
$p(r)$	= fungsi densitas probabilitas
r	= return
C	= copula
$C(u, v)$	= fungsi copula bivariat
φ	= generator
φ^{-1}	= invers dari generato φ
u_1 dan u	= residual saham ANTAM
u_2 dan v	= residual saham Timah
τ	= fungsi Kendall's Tau
K	= konkordan
D	= diskordan
a	= parameter copula <i>clayton</i>

$H_{X,Y}(x,y)$ = fungsi distribusi bersama

F_X dan G_Y = fungsi distribusi marginal

$C(u_1, u_2)$ = fungsi distribusi kumulatif *clayton copula*



ABSTRAK

Nama : Damayanti

NIM : 60600114028

Judul : Estimasi Nilai *Conditional Value at Risk* (CVaR) Menggunakan Fungsi *Archimedian Copula*

Investasi merupakan suatu komitmen atas sejumlah dana atau sumber daya yang dilakukan pada saat ini untuk memperoleh keuntungan dimasa yang akan datang. Dalam berinvestasi banyak hal yang perlu diperhatikan terutama dari segi risiko. Risiko tidak dapat dihindari namun dapat dikelola dan dioptimalkan menggunakan alat ukur *Value at Risk* (VaR) dan *Conditional Value at Risk* (CVAR). Pada penelitian ini digunakan CVaR untuk menghitung risiko, karena CVaR mampu menghitung risiko melebihi tingkat VaR. Mengukur risiko juga seringkali mengacu pada kebergantungan dari variabel acak tingkat *return* harus memenuhi berbagai asumsi terutama hubungan antar variabel harus linear, namun pada kasus finansial sangat sulit untuk dipenuhi sehingga diperlukan fungsi copula. Copula merupakan suatu metode yang tidak mensyaratkan asumsi normalitas dan juga mencakup distribusi gabungan (*joint distributions*). Salah satu copula yang digunakan adalah copula *archimedian* dengan subcopula *clayton* yang memiliki korelasi erat dengan *return*. Langkah-langkah utama dalam estimasi CVaR dengan menggunakan fungsi *archimedian copula* adalah menghitung *return* dari masing-masing saham, mengestimasi parameter dari *clayton copula*, melakukan simulasi data menggunakan parameter *clayton copula*, menghitung nilai VaR, dan estimasi CVaR menggunakan *clayton copula*. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah saham dari PT. Aneka Tambang. Tbk dan saham dari PT. Timah. Tbk. Kedua saham ini memiliki korelasi kuat sebesar 0.4198192 dengan nilai parameter *clayton copula* yaitu 1.447201286. Dari hasil estimasi CVaR diperoleh risiko dengan tingkat kepercayaan 90% sebesar 0.224%, tingkat kepercayaan 95% sebesar 0.256 dan pada tingkat kepercayaan 99% sebesar 0.328%.

Kata Kunci: *Investasi, Value at Risk (VaR), Conditional Value at Risk (CVaR), Copula, Clayton Copula.*

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Saat ini investasi sudah banyak dilakukan oleh masyarakat untuk memperoleh keuntungan dimasa yang akan datang. Karena investasi adalah komitmen atas sejumlah dana atau sumber daya lainnya yang dilakukan pada saat ini dengan tujuan memperoleh keuntungan dimasa yang akan datang. Investor memiliki dua pilihan dalam menginvestasikan asetnya yaitu investasi aset rill dan aset keuangan. Aset rill yaitu aset yang berupa wujud fisik atau *rill estat*,. Seperti emas, properti, tanah dan lain sebagainya. Sedangkan aset keuangan adalah aset yang dimiliki karena klaim kontrak seperti saham, obligasi, opsi dan lain sebagainya.

Berinvestasi merupakan salah satu cara untuk merancang masa depan yang lebih baik. Dalam Islam diperintahkan untuk memperhatikan apa yang akan dilakukan untuk kebaikan dimasa yang akan datang, seperti firman Allah dalam QS. al-Hasyr/59:18:

يَا أَيُّهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا اتَّقُوا اللَّهَ وَلْتَنْظُرْ نَفْسٌ مَّا قَدَّمَتْ لِغَدٍ وَاتَّقُوا اللَّهَ ۚ

إِنَّ اللَّهَ خَبِيرٌ بِمَا تَعْمَلُونَ ﴿١٨﴾

Terjemahnya:

Hai orang-orang yang beriman, bertakwalah kepada Allah dan hendaklah Setiap diri memperhatikan apa yang telah diperbuatnya untuk

hari esok (akhirat); dan bertakwalah kepada Allah, Sesungguhnya Allah Maha mengetahui apa yang kamu kerjakan.¹

Ayat diatas mengajak kaum muslimin untuk berhati-hati jangan sampai mengalami nasib seperti orang-orang Yahudi dan munafik yang kesudahan mereka adalah siksa duniawi dan ukhrawi. Allah berfirman: *Hai orang-orang yang beriman bertakwalah kepada Allah*, yakni hindarilah siksa yang dapat dijatuhkan Allah dalam kehidupan dunia dan akhirat dengan jalan melaksanakan perintah-Nya sekuat kemampuan kamu dan menjauhi larangan-Nya, *dan hendaklah setiap diri memperhatikan apa yang telah dikedepankannya*, yakni amal shaleh yang telah diperbuatnya, *untuk hari esok yang dekat*, yakni akhirat.²

Kata *tuqaddimu/ dikedepankan* digunakan dalam arti amal-amal yang dilakukan untuk meraih manfaat di masa datang. Ini seperti hal-hal yang dilakukan terlebih dahulu misalnya investasi yaitu melakukan komitmen atas sejumlah dana untuk memperoleh keuntungan dimasa yang akan datang tetapi tidak ada yang dapat memastikan apakah mereka akan mendapatkan keuntungan atau bahkan sebaliknya mereka mendapatkan kerugian.

Dalam berinvestasi ada beberapa hal yang perlu diperhatikan oleh investor, yaitu *capital* (modal) dan *risk* (risiko). Hal yang sering menjadi pusat perhatian investor dalam berinvestasi adalah risiko. karena risiko sering terjadi akibat adanya ketidakpastian. Dengan diketahuinya risiko, maka kebijakan investasi dapat dilakukan dengan lebih terukur. Dalam pengelolaan risiko, hal

¹Departemen Agama RI, *Al-Quran Tajwid dan Terjemahan*, (Bandung: CV Penerbit Diponegoro, 2010) h.548

²M. Quraish Shihab, "*Tafsir Al-Misbah*" (Jakarta:2002),h.552-553

utama yang harus dilakukan adalah mengidentifikasi penyebab risiko itu. Misalnya, dalam mengidentifikasi risiko, saham-saham yang memiliki risiko harus dievaluasi performanya.

Untuk mengevaluasi saham-saham yang berisiko diperlukan adanya suatu metode akurat yang dapat mengukur risiko tersebut sehingga pengelolaan risiko dapat lebih terkendali. Terdapat beberapa teori yang menjelaskan cara mengukur risiko, seperti *Value at Risk* (VaR), atau *return-level*. Selain metode tersebut masih banyak metode untuk menghitung risiko saham seperti CAPM, GARCH, CVAR (*Conditional Value At Risk*) dan masih banyak lagi. Namun yang populer digunakan saat ini adalah VAR dan CVAR.

VaR merupakan alat ukur yang dapat menghitung besarnya kerugian terburuk yang terjadi pada portofolio saham dengan tingkat kepercayaan tertentu dan dalam periode waktu tertentu. Keakuratan alat ukur ini merupakan hal yang sangat penting dalam menentukan besarnya modal yang harus disediakan oleh perusahaan untuk menanggulangi kerugian yang mungkin terjadi. Namun VaR juga memiliki kelemahan antara lain VaR hanya mengukur persentil dari distribusi keuntungan atau kerugian tanpa memperhatikan setiap kerugian yang melebihi tingkat VaR, dan VaR tidak koheren karena tidak memiliki sifat *sub-additive*. Untuk mengatasi kelemahan yang dimiliki VaR, maka diperlukan *Conditional Value at Risk* (CvaR).

CVaR merupakan suatu ukuran risiko yang memiliki banyak keunggulan di antaranya yaitu ukuran risiko yang koheren serta bersifat

convex dan *sub-additive*. CVaR juga bisa menghitung risiko pada data yang berdistribusi normal maupun tidak normal.

Secara umum mengukur suatu risiko seringkali merujuk pada kebergantungan dari variabel acak tingkat *return* harus memenuhi berbagai asumsi terutama hubungan antara variabel harus linier. Namun pada kasus finansial sulit untuk dipenuhi sehingga diperlukan fungsi *Copula*.³ *Copula* memiliki konsep sebagai alat untuk mempelajari kebergantungan tidak linear antara kejadian dalam kasus multivariat. Sehingga Penelitian ini membahas estimasi nilai *Conditional Value at Risk* menggunakan salah satu fungsi *copula*. Teori *copula* merupakan suatu alat yang sangat *powerful* untuk memodelkan distribusi gabungan (*joint distribution*) karena tidak mensyaratkan asumsi normalitas dari data sehingga cukup fleksibel untuk berbagai data terutama untuk data saham. *Copula* merupakan suatu fungsi yang dapat menggabungkan beberapa distribusi marginal menjadi distribusi bersama.

Penelitian dengan menggunakan pendekatan *copula* yaitu Irwan Syahrir, dkk (2011) Estimasi Parameter *Copula* dan Aplikasinya Pada Kalimatologi, Ika Syattwa Bramantya (2014) Pemodalan Indeks Harga Saham Gabungan dan Pentuan *Rank Correlation* dengan Menggunakan *Copula*, Annisa Damasari (2015) Estimasi *Value At Risk* (VAR) dengan Metode Simulasi *Monte Carlo*- *Copula* Gumbel, Herlina Hidayati dkk (2015) Estimasi

³Herlina Hidayati, dkk., Estimasi Nilai *Conditional Value At Risk* (CVAR) Menggunakan Fungsi Gaussian *Copula*, E-Jurnal Matematika Vol.4 (4).2015, h.188

Nilai *Conditional Value At Risk* (CVAR) menggunakan Fungsi *Gaussian Copula*, dan Aulia Atika Prawibta Suharto (2016) Estimasi Nilai *VaR* Portofolio Menggunakan Fungsi *Archimedean Copula*.

Keluarga copula yang umum dikenal ialah keluarga Eliptik copula yang terdiri dari Gaussian copula dan t-Student copula, sedangkan keluarga *Archimedean copula* terdiri dari Gumbel copula, Clayton copula, dan Frank copula. Pada penelitian ini menggunakan *Archimedean copula* karena dari beberapa referensi menyebutkan bahwa dari keluarga *archimedean copula* dapat mengestimasi nilai-nilai ekstrem dalam kasus finansial dan juga dalam menentukan fungsi copulanya jauh lebih mudah dibandingkan dengan keluarga copula yang lainnya.

Berdasarkan uraian diatas penulis tertarik mengangkat sebuah judul penelitian yang berkaitan dengan risiko yaitu: “Estimasi Nilai Conditional Value At Risk (CVAR) Menggunakan Fungsi Archimedean Copula”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah berapa besar risiko yang diperoleh dari estimasi CVaR dengan fungsi *Archimedean Copula*?

C. Tujuan

Berdasarkan pada rumusan masalah, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui besar resiko yang diperoleh dari estimasi CvaR dengan fungsi *Archimedean Copula*

D. Manfaat

Manfaat penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Bagi Investor

Dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam melakukan investasi.

2. Bagi Mahasiswa

Dapat memperoleh informasi mengenai perhitungan CVAR menggunakan *Archimedian Copula*.

E. Batasan Masalah

Dalam penelitian ini mengestimasi CVaR dibatasi hanya pada dua saham yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia (BEI) menggunakan salah satu keluarga dari Fungsi *Archimedian Copula* yaitu *Clayton Copula*.

F. Sistematika Penulisan

Secara garis besar, sistematika penulisan draft penelitian ini adalah sebagai berikut:

Bab I Pendahuluan

Berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan

Bab II Tinjauan Pustaka

Berisi tentang teori pendukung yang digunakan dalam pembahasan yaitu CVAR dengan metode yaitu fungsi *Archimedian copula*.

Bab III Metodologi Penelitian

Berisi jenis penelitian, waktu penelitian dan prosedur penelitian

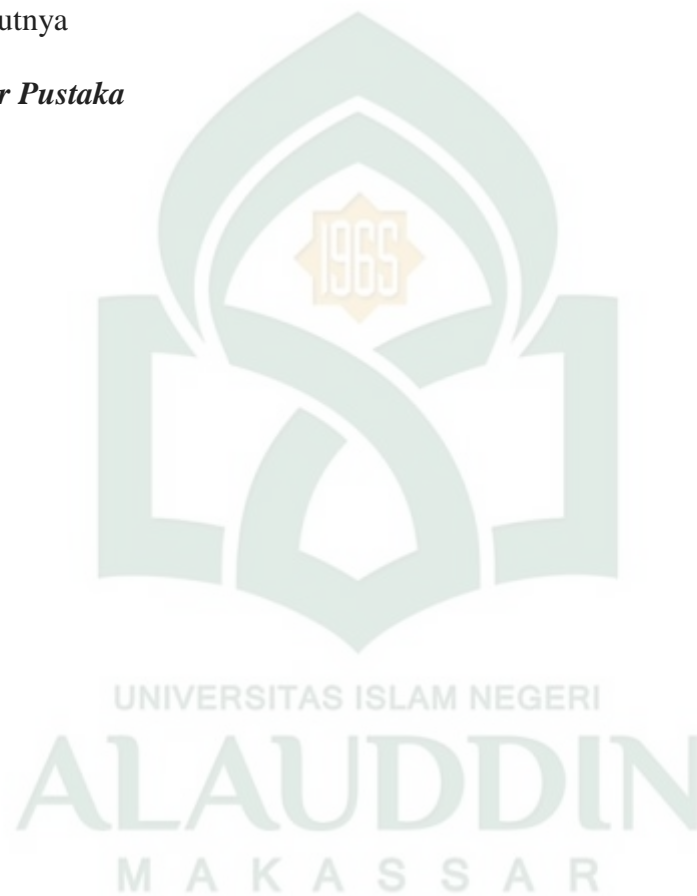
Bab IV Hasil dan Pembahasan

Berisi hasil dan pembahasan dari estimasi CVaR menggunakan fungsi *archimedian copula*

Bab V Penutup

Berisi kesimpulan dari hasil yang diperoleh dan saran untuk penelitian selanjutnya

Daftar Pustaka



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Investasi

Investasi adalah komitmen atas sejumlah dana atau sumber daya lainnya yang dilakukan pada saat ini, untuk memperoleh keuntungan. Menginvestasikan sejumlah dana pada aset real (tanah, emas, mesin dan bangunan) maupun aset finansial (deposito, saham dan obligasi) merupakan aktivitas investasi yang umumnya dilakukan. Bagi investor yang mampu menanggung risiko, aktivitas investasi yang mereka lakukan juga bisa mencakup investasi pada aset-aset finansial lainnya yang lebih kompleks seperti waran, opsi, dan *futures* maupun ekuitas internasional.⁴

Namun, untuk melakukan investasi di pasar modal diperlukan pengetahuan yang cukup, pengalaman serta naluri bisnis untuk menganalisis aset yang akan dibeli, yang akan dijual, dan yang akan tetap dimiliki. Seorang investor harus rasional dalam menghadapi pasar jual beli saham. Selain itu, investor harus mempunyai ketajaman perkiraan masa depan perusahaan yang sahamnya akan dibeli atau dijual. Investor yang tidak memiliki keterampilan dalam jual beli saham dapat menghubungi pedagang efek (*dealer*), perantara pedagang efek (*broker*) atau perusahaan efek (*securities company*) untuk

⁴Eduardus Tandelilin, *Portofolio dan Investasi Teori dan Aplikasi*. (Yogyakarta: Kanisius, 2010) h,2

meminta nasihat/ pendapat atau mempercayakan mereka untuk melakukan investasi pada reksa dana.⁵

Saat ini investor paling banyak menginvestasikan modalnya dalam aset finansial yaitu dalam bentuk saham. Saham adalah surat berharga yang menunjukkan kepemilikan perusahaan sehingga pemegang saham memiliki hak klaim atas deviden atau distribusi lain yang dilakukan perusahaan kepada pemegang saham-nya, termasuk hak klaim atas aset perusahaan, dengan prioritas setelah hak klaim pemegang surat berharga lain dipenuhi, jika terjadi liquidasi.

Menurut Coyle dalam Jurnal Antonius Heru Santosa dan Aris Budi Setiawan (2008:6) mendefinisikan saham sebagai “ *A short-term unsecured promissory note. The issuer of the note promises to pay it's holder a specified amount at a specified future date*”. Artinya bahwa, saham merupakan suatu bukti kepemilikan jangka pendek. Surat perjanjian yang pembayarannya diberikan kepada pemilik (*stock holder*) dikemudian hari.⁶

Indonesia memiliki 9 sektor saham yaitu, sektor pertanian, sektor pertambangan, sektor industri dasar dan kimia, sektor aneka industri, sektor properti, real estate dan konstruksi bangunan, sektor infrastruktur, utilitas dan transportasi, sektor keuangan, dan sektor perdagangan dan jasa. Dari ke-9 sektor tersebut masing-masing sektor terbagi lagi menjadi sub sektor. Salah satu

⁵ Abdul Halim, *Analisis Investasi edisi 2*. (Jakarta: Salemba Empat, 20015) h.4

⁶ Antonius Heru Santosa dan Aris Budi Setiawan, *Analisis Risiko Investasi pada Sektor Properti di Bursa Efek Indonesia*. (Jurnal Universitas Gunadarma, 2008), h. 6

sektor yang paling utama adalah sektor pertambangan yang memiliki beberapa sub sektor. Salah satu perusahaan yang menjadi bagian dari sektor pertambangan adalah PT. Aneka Tambang Tbk dan PT. Timah Tbk. Kedua saham ini merupakan perusahaan yang sebagian besar sahamnya dimiliki oleh pemerintah.

PT Aneka Tambang Tbk atau yang biasa disebut PT Antam merupakan perusahaan pertambangan yang 65% sahamnya dimiliki oleh pemerintah dan 35% sisanya dimiliki oleh masyarakat atau individu. PT Antam didirikan pada tanggal 5 Juli 1968 yang kegiatannya mencakup eksplorasi penambangan, pengolahan serta pemasaran dari sumber daya mineral. Pendapatan PT Antam diperoleh melalui kegiatan eksplorasi dan penemuan deposit mineral, pengolahan mineral tersebut secara ekonomis, dan penjualan hasil pengolahan kepada konsumen jangka panjang yang loyal di Asia dan Eropa. Komoditas utama Antam adalah bijih nikel kadar tinggi atau saprolit, bijih nikel kadar rendah atau limonit, feronikel, emas, perak dan bauksit. Jasa utama Antam adalah pengolahan dan pemurnian logam mulia serta jasa geologi.

Sama halnya dengan PT Antam, PT Timah (Persero) Tbk atau yang dikenal dengan PT Timah adalah badan usaha milik negara yang 65% sahamnya adalah milik pemerintah Indonesia dan sisanya 35% milik masyarakat atau individu. PT Timah bergerak dibidang pertambangan atau eksplorasi timah. Saat ini PT Timah dikenal sebagai perusahaan penghasil logam timah terbesar didunia dan sedang dalam proses mengembangkan usahanya di luar penambangan timah dengan tetap berpijak pada kompetensi

yang dimiliki dan dikembangkan. Timah diproduksi kurang dari 300.000 ton per tahun. Timah digunakan dengan berbagai cara di pabrik timah, solder dan pabrik kimia, mulai dari baju anti api, sampai dengan pembuatan stabiliser pvc, pestisida dan pengawet kayu. Kegiatan pemasaran timah sendiri mencakup kegiatan penjualan dan pendistribusian logam timah. Pendistribusian logam timah hampir 95% dilakukan untuk memenuhi pasar diluar negeri atau ekspor dan sisanya 5% untuk memenuhi pasar domestik.

B. Keuntungan (*Return*)

Menurut Brigham dan Houston dalam skripsi Sherly Octaviani Heryanto (2017:32) menyebutkan bahwa *return* saham adalah “*Return* merupakan tingkat pengembalian merupakan selisih antara jumlah yang diterima dan jumlah yang diinvestasikan, dibagi dengan jumlah yang diinvestasikan.” Sementara menurut Fahmi dalam skripsi Sherly Octaviani Heryanto (2017:32) menyebutkan bahwa *return* saham adalah “*Return* adalah keuntungan yang diperoleh oleh perusahaan, individu, dan institusi dari hasil kebijakan investasi yang dilakukannya.”

Dari pendapat tersebut dapat disimpulkan bahwa *return* saham adalah tingkat pengembalian atau keuntungan yang diperoleh oleh perusahaan atau pun individu atas sejumlah dana dari investasi yang dilakukannya.

Besarnya *actual return* dapat menggunakan rumus simpel *return* dengan waktu t dan $t-1$ berikut:

$$R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} = \frac{P_t}{P_{t-1}} - 1 \quad (2.1)$$

Besarnya nilai *actual return* dapat bernilai positif dan negatif. Namun, pada *return* relatif dirumuskan sebagai:

$$1 + R_t \quad (2.2)$$

Sehingga *return* relatif nilainya selalu positif.

Nilai logaritma dari *return* relatif disebut *log return* yang didefinisikan seperti berikut:

$$\begin{aligned} r_t &= \ln(1 + R_t) \\ &= \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) \\ &= \ln P_t - \ln P_{t-1} \end{aligned} \quad (2.3)$$

Selanjutnya, untuk *log return* pada periode-k didefinisikan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} r_t[k] &= \ln(1 + R_t[k]) \\ &= \ln((1 + R_t).(1 + R_{t-1}).\dots(1 + R_{t-k+1})) \\ &= \ln(1 + R_t) + \ln(1 + R_{t-1}).\dots + \ln(1 + R_{t-k+1}) \end{aligned} \quad (2.4)$$

Terlihat bahwa *return* r_t dalam periode-k merupakan jumlah dari *return* r_t dalam satu periode yang berhubungan. Hasil ini sesuai dengan sifat yang diinginkan mengenai *return*, yakni jika indeks t menyatakan periode waktu harian, maka nilai *return* pada hari-k merupakan jumlah dari *return* k-hari yang bersesuaian. Karena sifat ini, dalam praktiknya Persamaan (2.3) sering digunakan dibandingkan dengan Persamaan (2.1) meski nilainya hampir sama.

Return sendiri dibedakan menjadi dua, yaitu *return* realisasi (*return* yang terjadi atau dapat juga disebut dengan *return* sesungguhnya),⁷ *return* ini dihitung menggunakan data historis. *Return* realistis penting karena digunakan sebagai salah satu pengukur kinerja perusahaan, *return* realistis juga berguna dalam penentuan *return* ekspektasi dan risiko yang akan datang. Dan *return* ekspektasi adalah *return* yang diharapkan akan diperoleh oleh investor dimasa yang akan datang. Berbeda dengan *return* realisasi yang sifatnya sudah terjadi, *return* ekspektasi sifatnya belum terjadi.⁸

Ada beberapa faktor yang memengaruhi *return* saham baik yang bersifat makro ekonomi maupun mikro ekonomi. Faktor-faktor tersebut diantaranya adalah:

1. Faktor Internal

Faktor internal merupakan faktor yang berada di dalam perusahaan itu dan berkaitan langsung dengan kinerja perusahaan itu sendiri. Baik buruknya kinerja perusahaan dapat tercermin dari rasio keuangan yang diterbitkan oleh perusahaan, informasi laporan keuangan sudah cukup menggambarkan kepada para investor mengenai sejauh mana perkembangan kondisi perusahaan selama ini dan apa saja yang telah dicapainya.

⁷Bambang Sudarsono dan Bambang Sudiyatno, Faktor-faktor yang Mempengaruhi Return Saham pada Perusahaan Property dan real Estate yang Terdaftar pada Bursa Efek Indonesia Tahun 2009 s/d 2014. (Jurnal Bisnis dan Ekonomi (JBE), Vol. 23. No. 1, 2016), h. 32-33

⁸Mira Herliyanti, Pengaruh Faktor Internal dan Eksternal Perusahaan terhadap Return Saham pada Perusahaan Sektor Industri Dasar dan Kimia yang Terdaftar di BEI Periode 2011-2015. (Skripsi Universitas Widyatama, 2017), h.33

2. Faktor Eksternal

Faktor eksternal merupakan faktor yang berada diluar perusahaan dan berkaitan secara langsung maupun tidak langsung terhadap kenaikan atau penurunan kinerja perusahaan. Kemampuan investor dalam memahami dan memperkirakan kondisi ekonomi di masa depan akan berguna dalam pembuatan keputusan investasi yang menguntungkan.⁹

C. Risiko (*Risk*)

Dalam konteks manajemen investasi, risiko merupakan besarnya penyimpangan antara tingkat pengembalian yang diharapkan (*expected return*) dengan tingkat pengembalian aktual (*actual return*). Semakin besar penyimpangannya berarti semakin besar tingkat risikonya.¹⁰

Analisa modern membagi risiko menjadi dua bagian, yaitu risiko sistematis dan risiko tidak sistematis. Risiko tidak sistematis adalah risiko yang disebabkan oleh faktor-faktor unik pada suatu sekuritas, dan dapat dihilangkan dengan melakukan diversifikasi. Sedangkan risiko sistematis adalah risiko yang disebabkan oleh faktor-faktor makro yang mempengaruhi semua sekuritas sehingga tidak dapat dihilangkan dengan diversifikasi.¹¹

⁹Mira Herliyanti. 2017. Pengaruh Faktor Internal dan Eksternal Perusahaan terhadap Return Saham pada Perusahaan Sektor Industri Dasar dan Kimia yang Terdaftar di BEI Periode 2011-2015. (Skripsi Universitas Widyatama.) h.36-37

¹⁰Antonius Heru Santosa dan Aris Budi Setiawan. 2008. Analisis Risiko Investasi pada Sektor Properti di Bursa Efek Indonesia. (Jurnal Universitas Gunadarma.) h. 6

¹¹Safitri Setyo Utami Sukiyanto. 2011. Penentuan Nilai Risiko (Value at Risk) Portofolio Optimum Saham LQ45 dengan Pendekatan EWMA. (Skripsi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta). h.23

D. Statistik Deskriptif

1. Rata-rata (*Average*)

Istilah “rata-rata (*average*)” ini sebenarnya meliputi beberapa ukuran pemusatan. Rata-rata (*average*) adalah nilai khas yang mewakili sifat tengah, atau posisi pusat, dari suatu kumpulan nilai data. Terdapat beberapa ukuran yang termasuk rata-rata yaitu:

a. Mean Aritmetika

Dalam prakteknya seringkali istilah “rata-rata” mengacu pada mean aritmetika atau mean. Mean aritmetika dirumuskan sebagai berikut:

Data tidak terkelompok untuk suatu sampel

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2.5)$$

Data tidak terkelompok untuk suatu sampel

$$\mu_x = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N} \quad (2.6)$$

Data terkelompok untuk suatu sampel

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^k f_i x_{m,i}}{\sum_{i=1}^k f_i} = \frac{\sum_{i=1}^k f_i x_{m,i}}{n} \quad (2.7)$$

Data terkelompok untuk suatu populasi:

$$\mu_x = \frac{\sum_{i=1}^K f_i x_{m,i}}{\sum_{i=1}^K f_i} = \frac{\sum_{i=1}^K f_i x_{m,i}}{N} \quad (2.8)$$

Di mana:

\bar{x} = mean aritmetika dari suatu sampel

μ_x = mean aritmetika dari suatu populasi

x_i = nilai dari data (variabel x)

k = jumlah interval kelas dalam suatu sampel

K = jumlah interval kelas dalam suatu populasi

n = banyaknya data x dalam suatu sampel

N = banyaknya data x dalam suatu populasi

f_i = frekuensi atau jumlah pengamatan dalam sebuah interval kelas

$x_{m,i}$ = nilai tengah dari interval kelas

b. Mean Geometrik

Selain mean aritmetika, suatu penelitian kadang-kadang memerlukan mean geometrik, yaitu hanya untuk data tidak terkelompok dengan meninjau satu sampel saja.

$$G = \left(\prod_{i=1}^n x_i \right)^{1/n} = \sqrt[n]{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n} \quad (2.9)$$

2. Standard Deviasi

Standard deviasi atau simpangan baku merupakan ukuran penyebaran yang paling sering digunakan. Mayoritas nilai data cenderung berada dalam satu deviasi standard dari mean. Standard deviasi didefinisikan sebagai:

Data tidak terkelompok untuk suatu sampel:

$$C(u_1, u_2) = [u_1^{-a} + u_2^{-a} - 1]^{-\frac{1}{a}}, a > 0 \quad (2.10)$$

Data tidak terkelompok untuk suatu populasi:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N f_i (x_i - \bar{x})^2}{N}} = \sqrt{\frac{\left(\sum_{i=1}^N x_i^2\right)}{N} - \mu_x^2} \quad (2.11)$$

Data terkelompok untuk suatu sampel:

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^k f_i (x_{m,i} - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{n \left(\sum_{i=1}^k f_i x_{m,i}^2\right) - \left(\sum_{i=1}^k f_i x_{m,i}\right)^2}{n(n-1)}} \quad (2.12)$$

Data terkelompok untuk suatu populasi:

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^K f_i (x_{m,i} - \mu_x)^2}{N}} = \sqrt{\frac{\left(\sum_{i=1}^K f_i x_{m,i}^2\right)}{N} - \mu_x^2} \quad (2.13)$$

Dimana:

s_x = standard deviasi dari suatu sampel

σ_x = standard deviasi dari suatu populasi

\bar{x} = mean aritmetika dari suatu sampel

μ_x = mean aritmetika dari suatu populasi

x_i = nilai dari data (variabel x)

f_i = frekuensi atau jumlah pengamatan dalam sebuah interval kelas

$x_{m,i}$ = nilai tengah dari interval kelas

k = jumlah interval kelas dalam suatu sampel

K = jumlah interval kelas dalam suatu populasi

n = banyaknya data x dalam suatu sampel

N = banyaknya data x dalam suatu populasi

3. *Skewness*

Skewness (kemencengan) adalah derajat ketidaksimetrian atau penyimpangan dari kesimetrisan suatu distribusi. Jika kurva frekuensi (poligon frekuensi yang dimuluskan) dari sebuah distribusi mempunyai ekor yang lebih panjang ke arah kanan dari maksimum di pusat dibandingkan dengan yang ke arah kiri, dikatakan bahwa distribusi itu *menceng ke kanan*, atau memiliki *kemencengan positif* (*positive skewness*), sebaliknya disebut *menceng ke kiri*, atau memiliki *kemencengan negatif* (*negative skewness*).

Suatu ukuran kemencengan yang paling banyak digunakan adalah dengan menggunakan momen simpangan terhadap mean ketiga dalam bentuk tak berdimensi yang dinyatakan sebagai koefisien momen kemencengan:

$$\gamma_3 = \frac{\left[(x - \mu)^3 \right]}{\sigma^3}$$

$$\gamma_3 = \frac{E[x^3] - 3E[x]E[x^2] + 2(E[x])^3}{\sigma^3} \quad (2.14)$$

4. Kurtosis

Kurtosis adalah derajat keruncingan (*peakedness*) atau keceperan (*flatness*) dari suatu distribusi relatif terhadap distribusi normal. Sebuah distribusi yang memiliki puncak relatif tinggi disebut kurva *leptokurtic*, sedangkan kurva yang puncaknya ceper/rata (*flat-topped*) disebut kurva *platykurtic*. Kurva normal yang tidak terlalu runcing atau terlalu ceper disebut kurva *mesokurtic*.

Salah satu ukuran kurtosis menggunakan momen simpangan terhadap mean keempat dalam bentuk tidak berdimensi yang didefinisikan sebagai koefisien momen keruncingan (kurtosis):¹²

$$\gamma_4 = \frac{[(x - \mu)^4]}{\sigma^4}$$

$$\gamma_4 = \frac{E[x^4] - 4E[x]E[x^3] + 6(E[x])^2 E[x^2] - 3(E[x])^4}{\sigma^4} \quad (2.15)$$

Untuk peubah acak, data berdistribusi normal memiliki kurtosis bernilai 3 sementara *skewness* bernilai 0.

E. Autokorelasi dan Heteroskedastisitas

Uji Autokorelasi yaitu hubungan yang terjadi antara residual pengamatan satu dengan pengamatan yang lainnya. Tujuan dilakukan uji ini adalah untuk menguji apakah dalam sebuah model ada korelasi antara kesalahan pengganggu pada priode t dengan kesalahan pengganggu pada priode

¹²Harinaldi, Prinsip-prinsip Statistik untuk teknik dan sains, (Jakarta: Erlangga, 2005), h,27-43

t-1.¹³ Selain itu, uji autokorelasi juga digunakan untuk mengukur ketergantungan bersama (*mutual dependence*) atau nilai yang berurutan pada variabel yang sama atau pada variabel itu sendiri. Autokorelasi yang kuat dapat menyebabkan dua variabel yang tidak berhubungan menjadi berhubungan sehingga untuk mendeteksi ada atau tidaknya autokorelasi, dalam penelitian ini digunakan metode ACF dan uji Ljung-Box

Uji heteroskedastisitas digunakan untuk melihat apabila terdapat ketidaksamaan varians dari galat suatu pengamatan ke pengamatan yang lain. Model regresi yang memenuhi persyaratan adalah dimana terdapat kesamaan varians dari galat satu pengamatan ke pengamatan lain tetap disebut homoskedastisitas. Sedangkan jika variansi semakin besar atau semakin kecil nilainya dengan \hat{Y} maka dikatakan heteroskedastisitas.

Kriteria pengujian:

H_0 : tidak ada gejala heteroskedastisitas

H_1 : ada gejala heteroskedastisitas

Dimana H_0 ditolak apabila $t_{hit} > t_{tabel}$ yang berarti terdapat heteroskedastisitas.¹⁴

F. *Value at Risk (VaR)*

Salah satu hal yang penting dalam menganalisis suatu risiko adalah perhitungan *Value at Risk* atau yang biasa dikenal dengan VaR. VaR dapat

¹³Angrita Denziana, dkk, “*Corporate Financial Performance Effects of Macro Economic factors Against Stock Return*”, 2014,(Jurnal Akuntansi & keuangan Vol.5, No.2, September 2014)h,24

¹⁴Muhammad Arif Tiro dan Baharuddin Ilyas “*statistika terapan untuk Ilmu Ekonomi dan Sosial Edisi Kedua*” (Makassar:Andhira Publisher,2002)h.430

digambarkan sebagai suatu kondisi kerugian terburuk yang mungkin dialami pada kondisi pasar normal dengan tingkat kepercayaan tertentu. Untuk rumus yang tepat, nilai VaR yang lebih rendah $VaR_\alpha(\bar{L})$ dan nilai VaR yang lebih tinggi $VaR^\alpha(\bar{L})$ pada tingkat kepercayaan α harus dibedakan. Yang merupakan kuantil dari distribusi kerugian:

$$VaR_\alpha(\tilde{L}) = q_\alpha(\tilde{L}) = \inf \left\{ l \in \mathbb{R} \mid P[\tilde{L} \leq l] \geq \alpha \right\} \quad (2.16)$$

$$VaR^\alpha(\tilde{L}) = q^\alpha(\tilde{L}) = \inf \left\{ l \in \mathbb{R} \mid P[\tilde{L} \leq l] > \alpha \right\} \quad (2.17)$$

Untuk distribusi kontinu identik dengan fungsi distribusi

$F_L(l) = P(\tilde{L} \leq l)$ Var juga dapat ditulis dengan fungsi distribusi invers:

$$\begin{aligned} VaR_\alpha(\tilde{L}) &= \inf \left\{ l \in \mathbb{R} \mid P[\tilde{L} \leq l] \geq \alpha \right\} \\ &= l \text{ dengan } P[\tilde{L} \leq l] = \alpha \\ &= l \text{ dengan } F_L(l) = \alpha \\ &= F_L^{-1}(\alpha)^{15} \end{aligned}$$

Sehingga VaR dapat didefinisikan sebagai berikut:

$$VaR(\alpha) = F_L^{-1}(\alpha) \quad (2.18)$$

Dengan $F_L^{-1}(\alpha)$ adalah fungsi invers dari suatu distribusi α .

G. Conditional Value At Risk (CVaR)

Karena VaR hanya menghitung persentil dari distribusi kerugian atau keuntungan tanpa memperhatikan setiap kerugian yang melebihi tingkat VaR

¹⁵Martin Hibeln, *Risk Management in Credit Portfolios*, (London:Physica-Verlag, 2010) h.12-13

dan VaR juga tidak koheren karena tidak memiliki sifat *sub-additive*, sehingga untuk mengatasi kelemahan itu maka diperlukan *Conditional Value at Risk* (CVaR).¹⁶

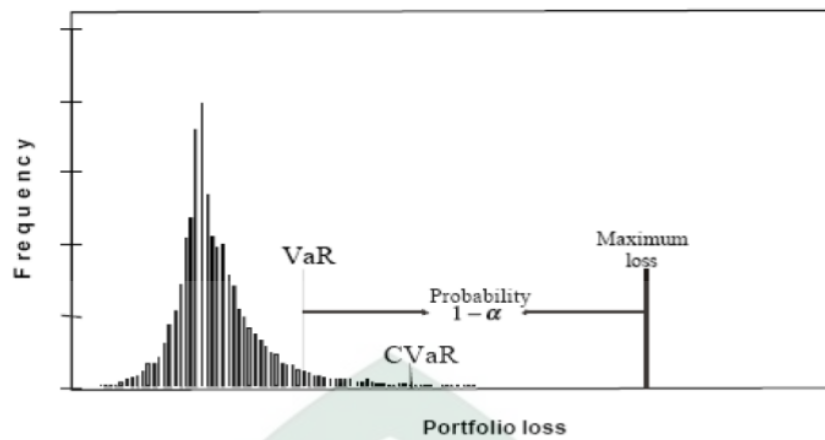
Conditional Value at Risk (CVaR) telah menjadi perhatian signifikan selama dua dekade terakhir sebagai alat untuk mengelola risiko. CVaR mengukur nilai yang diharapkan tergantung pada berapa persentase kerugian terburuknya.¹⁷ *Conditional Value at Risk* (CVaR) merupakan ukuran risiko yang sifatnya diturunkan untuk distribusi kerugian. Secara umum ukuran risiko CVaR terkait erat dengan VaR. Untuk distribusi kontinu, CVaR didefinisikan sebagai kerugian yang melebihi VaR. Untuk distribusi kontinu, ukuran risiko ini juga dikenal dengan *Mean Excess Loss*, *Mean Shortfall*, atau *Tail Value at Risk*. Namun, untuk distribusi umum, termasuk distribusi diskrit, Cvar didefinisikan sebagai rata-rata ukuran VaR dan ukuran kerugian yang melebihi VaR.¹⁸



¹⁶Herlina Hidayati,dkk., Estimasi Nilai Conditional Value at Risk menggunakan Gaussian Copula. (E-jurnal Matematika Vol.4 (4) 2015).h.189

¹⁷Cristopher W.Miller dan Insoon Yang, Optimal of Conditional Value-at-Risk in Continuous Time.(Jurnal. 2017). h.1

¹⁸Pavlo Krokhmal.dkk. Portofolio Optimizion with Conditional Value at Risk Objective and Constraints. (University of Florida. Dept. Of Industrial and System Engineering, 2001), h.4



Gambar 2.1: VaR, CVaR dan *Maximum loss*

Dapat dilihat dari Gambar 1 diatas bahwa CVaR merupakan rata-rata dari kerugian di luar VaR pada batas tingkat kepercayaan yaitu berada diantara VaR dan *maximum loss* sehingga CVaR memiliki nilai yang lebih besar dari pada VaR. Pada distribusi kerugian, nilai CVaR terletak disebelah kanan nilai VaR.

Secara matematika, CVaR didefinisikan oleh:

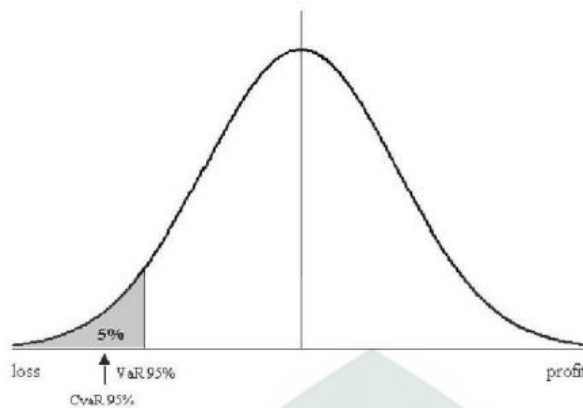
$$CVaR_{\alpha} = \frac{1}{1-\alpha} \int_{-\infty}^{VaR_{\alpha}} rp(r)dr \quad (2.19)$$

Atau equivalen dengan:

$$CVaR_{\alpha} = E[x | x \leq VaR_{\alpha}] \quad (2.20)$$

Dimana $p(r)$ adalah fungsi densitas probabilitas dan $r(t)$ adalah tingkat pengembalian yang diharapkan (*return*) berdasarkan waktu t , dan VaR dihitung berdasarkan waktu yang sama dengan selang kepercayaan $\alpha \in [0,1]$.

Interpretasi grafik CVaR digambarkan pada Gambar.2 berikut:



Gambar 2.2 : Grafik Interpretasi dari CVaR

Dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa CVaR memenuhi empat aksioma dan akibatnya memenuhi syarat sebagai ukuran risiko yang koheren. Setiap ukuran risiko yang koheren dapat diwakili dengan kombinasi *convex* CVaR dengan tingkat kepercayaan yang berbeda. Selain itu, CVaR adalah fungsi *convex* yang berdasarkan dengan posisi portofolio, dan juga memungkinkan pengembangan algoritma pengoptimalan yang efisien. Secara khusus, CVaR dapat diminimalkan dengan menggunakan teknik pemrograman linear, yang membuat banyak perhitungan yang berskala besar menjadi praktis, efisien, dan stabil.¹⁹

H. Fungsi Copula

Kata *Copula* berasal dari bahasa latin yang berarti “ikatan” (kamus latin Cassel) dan digunakan dalam tata bahasa dan logika untuk menggambarkan “bagian dari proposisi yang menghubungkan subjek dan predikat”. Kata *Copula* pertama kali digunakan secara matematis atau statistik

¹⁹Mattias Letmark. Robustness of Conditional Value-at-Risk (CVaR) when Measuring Market Risk Across Different ¹⁹Asset Classes. (Royal Institute of Technology, 2010), h.12-13

oleh Abe Sklar (1959) dalam teorema yang menggambarkan fungsi yang “bergabung bersama” dengan fungsi distribusi satu dimensi untuk membentuk fungsi distribusi multivariat.²⁰ Namun, *copula* pertama kali digunakan dalam dunia keuangan pada tahun 1999 oleh Embrechts. Pada dasarnya *copula* merupakan suatu fungsi yang memungkinkan untuk menggabungkan struktur dependensi tertentu.²¹

Copula dapat dilihat dari dua sudut pandang. Sudut pandang pertama *copula* sebagai fungsi yang menggabungkan atau memasangkan fungsi distribusi multivariat ke fungsi distribusi marginalnya, sedangkan sudut pandang kedua *copula* merupakan fungsi distribusi multivariat yang marginalnya adalah uniform pada interval $(0,1)$.²²

Copula merupakan alat yang dapat digunakan untuk menganalisa kebergantungan variabel-variabel acak dalam struktur yang digambarkan oleh fungsi gabungan tersebut. Disini struktur kebergantungan variabel-variabel acak dalam distribusi gabungan dapat dilihat dari kebergantungan fungsi-fungsi marginalnya dalam fungsi *copula*. Sehingga *copula* dari sebuah distribusi multivariat dapat dipandang sebagai gambaran struktur kebergantungan dari distribusi multivariat tersebut berdasarkan perilaku dari masing-masing fungsi marginalnya.

²⁰Roger B Nelsen. *An Introduction to Copulas*. (Springer: New York, 2nd edn. 2006), h.1

²¹Esti Pertiwi. *Aplikasi Value At Risk (VAR) pada Portofolio Nilai Tukar Mata Uang dengan Pendekatan Copula-Garch*. (Universitas Pendidikan Indonesia. . 2013), h.25

²²Roger B Nelsen. *An Introduction to Copulas*. (Springer: New York, 2nd edn, 2006), h.1

Salah satu sifat *copula* yang penting adalah invarian terhadap transformasi-transformasi yang menaik kuat pada marginal-marginalnya. *Copula* dapat menyelesaikan suatu masalah yang sulit, seperti mencari sebuah distribusi multivariat dengan melakukan dua langkah sederhana berikut: langkah pertama adalah memodelkan semua distribusi marginalnya. Langkah kedua adalah mengestimasi *copula* yang menggambarkan kebergantungan dari marginal-marginalnya.²³

Berikut beberapa definisi mengenai *copula* yaitu:

Definisi 1: Sebuah subcopula 2 dimensi merupakan fungsi yang memiliki sifat:

1. Domain $C' = S_1 \times S_2$ dimana S_1 dan S_2 adalah subset dari $I = [0,1]$.
2. C' grounded dan 2-increasing
3. Untuk setiap $u \in S_1$ dan $v \in S_2$

$$C'(u, 1) = u \text{ dan } C'(1, v) = v \quad (2.21)$$

Perhatikan bahwa untuk setiap $(u, v) \in \text{Domain } C'$ maka $0 \leq C'(u, v) \leq 1$.

Definisi 2: sebuah *copula* 2-dimensi (atau selanjutnya disebut dengan 2-*copula* atau hanya *copula*) merupakan sebuah 2-subcopula yang domainnya adalah I^2 .

Ekuivalen dengan *copula* merupakan fungsi $C: I^2 \rightarrow I$ yang memenuhi sifat:

1. Untuk setiap $u, v \in I$ maka:

$$C(u, 0) = 0 = C(0, v) \quad (2.22)$$

Dan

$$C(u, 1) = u \text{ dan } C(1, v) = v \quad (2.23)$$

²³Septo Wahyu Indratno. *Pengenalan Copula*. Statistics Disivision, Faculty Of Mathematics And Natural Sciences, Institut Teknologi Bandung.

2. Untuk setiap $u_1, u_2, v_1, v_2 \in I$ dimana $u_1 \leq u_2$ dan $v_1 \leq v_2$,

$$C(u_2, v_2) - C(u_2, v_1) - C(u_1, v_2) + C(u_1, v_1) \geq 0 \quad (2.24)$$

Selanjutnya pertidaksamaan (2.24) ini disebut dengan ketidaksamaan *copula*.²⁴

Teorema 1: Teorema Sklar

Misalkan $H_{X,Y}(x,y)$ merupakan fungsi distribusi bersama dengan fungsi distribusi marginal (margin) $F_X(x)$ dan $G_Y(y)$. Terdapat suatu *copula* untuk semua (x,y) sedemikian hingga:

$$\begin{aligned} H_{X,Y}(x,y) &= P(X \leq x, Y \leq y) \\ &= C(P(X \leq x), P(Y \leq y)) \\ &= C(F_X(x), G_Y(y)) \\ &= C_{U,V}(u,v) \end{aligned} \quad (2.25)$$

Dengan $u = F(x)$ dan $v = G(y)$

Bukti:

Jika F dan G kontinu, maka *copula* C tunggal jika F dan G tidak kontinu, maka *copula* C tunggal pada $Range(F) \times Range(G)$. Sebaliknya jika C adalah *copula*, F dan G adalah fungsi distribusi, maka fungsi H didefinisikan sebagai (2.23) adalah fungsi distribusi gabungan dengan marginal F dan G .²⁵

Sementara fungsi densitas dari *copula* adalah:

$$c(u,v) = \frac{\partial^2 C(u,v)}{\partial u \partial v} \quad (2.26)$$

²⁴Roger B Nelsen. *An Introduction to Copulas*. (Springer: New York, 2nd edn, 2006).
h.1

²⁵Azizatuh Rhomah. *Studi Copula Gumbel Family 2-Dimensi dalam Identifikasi Struktur Dependensi*. (Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, 2012), h.14

Perhatikan bahwa $c(u, v) = 1$ jika X dan Y saling bebas. Sebaliknya, jika $c(u, v) \neq 1$ maka X dan Y saling bergantung. Dengan demikian, *copula* adalah salah satu ukuran kebergantungan atau ukuran asosiasi.²⁶

Copula Archimedian

Pertama kali diperkenalkan oleh Ling pada tahun 1965 namun ditemukan pertama kali oleh Sklar dan Schweizer pada tahun 1961.²⁷ *Copula Archimedian* sangat luas aplikasinya disebabkan oleh alasan berikut:

- a. Dapat dikonstruksi dengan mudah,
- b. Memiliki sub family yang besar dan bervariasi
- c. Banyak sifat-sifat *copula* dipengaruhi oleh anggota-anggota dari kelas *copula* yang lain.²⁸

Definisi 3 (Nelsen, 2006:110): Diberikan φ , dimana φ merupakan fungsi *non-decreasing* yang memetakan $I: [0,1] \rightarrow [0, \infty]$ sehingga $\varphi(0) = \infty$, $\varphi(1) = 0$. Pseudo-invers dari φ merupakan fungsi $\varphi^{[-1]}$ dengan $\text{dom}\varphi^{[-1]} = [0, \infty]$ dan $\text{range}\varphi^{[-1]} = [0,1]$, didefinisikan dengan:

$$\varphi^{[-1]} = \begin{cases} \varphi^{-1}(t), & 0 \leq t \leq \varphi(0) \\ 0, & \varphi(0) \leq t \leq \infty \end{cases} \quad (2.27)$$

$\varphi^{[-1]}$ merupakan fungsi kontinu dan tak naik pada $[0, \infty]$ dan fungsi tak turun pada $[0, \varphi(0)]$ maka $\varphi^{[-1]}(\varphi(u)) = u$ pada I dan

²⁶Khareshna Syuhada. *Pubah Acak, Fungsi Distribusi Bersama dan Copula*. (Jurnal Matematika, Institut Teknologi Bandung vol.2, 2011), h.3

²⁷Esti Pertiwi. *Aplikasi Value At Risk (VAR) pada Portofolio Nilai Tukar Mata Uang dengan Pendekatan Copula-Garch*. (Universitas Pendidikan Indonesia., 2013), h.28

²⁸Roger B Nelsen. *An Introduction to Copulas*. (Springer: New York, 2nd edn, 2006) h.109

$$\varphi\left(\varphi^{[-1]}(t)\right)=\begin{cases} t, & 0 \leq t \leq \varphi(0) \\ \varphi(0), & \varphi(0) \leq t \leq \infty \end{cases} \quad (2.28)$$

Sehingga jika $\varphi(0) = \infty$ maka $\varphi^{[-1]} = \varphi^{-1}$.

Definisi 4: Sebuah *Copual* dinamakan archimedian jika dapat ditulis kedalam bentuk:

$$C(u_1, \dots, u_d) = \varphi^{-1}(\varphi(u_1) + \dots + \varphi(u_d)) \quad (2.29)$$

Dimana $\varphi(u_i), i = 1, \dots, d$ merupakan fungsi generator, $\varphi(u)$ merupakan fungsi tidak turun yang memetakan $[0,1]$ ke $[0,\infty]$ sehingga $\varphi(0) = \infty$ dan $\varphi(1) = 0$.

Generator yang berbeda-beda selanjutnya akan menghasilkan beberapa *copula* archimedian yang berbeda pula, yaitu *copula* Clayton, Gumbel dan Frank. Namun sebelum membahas mengenai keluarga *copula* Archimedian terlebih dahulu dibahas mengenai Korelasi *Kendall's Tau* yang merupakan metode dalam pengukuran dependensi *copula*.

a. *Korelasi Kendall's Tau*

Ukuran dependensi korelasi *kendall's tau* untuk populasi dari (X,Y) dengan distribusi H , dapat didefinisikan sebagai perbedaan antara peluang dari konkordan dan peluang dari diskordan untuk dua vektor acak yang dependen $(X_1, Y_1), (X_2, Y_2)$ dengan masing-masing distribusi H , berlaku bahwa:

$$\begin{aligned} \tau_{XY} &= P[(X_1 - X_2)(Y_1 - Y_2) > 0] - \\ &P[(X_1 - X_2)(Y_1 - Y_2) < 0] \end{aligned} \quad (2.30)$$

Dalam praktiknya, ukuran dependensi korelasi *kendall's tau* dapat dihitung dengan berdasarkan sampel saja. Misalkan terdapat sampel berukuran $n, n \geq 2$, yaitu $\{(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)\}$ dari vektor acak (X, Y) . Setiap pasang sampel, $\{(x_i, y_i), (x_j, y_j)\}, i, j = 2, \dots, n: i \neq j$ adalah suatu konkordan atau diskordan. Maka akan terdapat $\binom{n}{2}$ pasang yang berbeda dari sampel yang ada. Misalkan K menyatakan ukuran konkordan dan D menyatakan diskordan, maka nilai korelasi *kendall's tau* berdasarkan sampel dapat didefinisikan sebagai

$$\hat{\tau} = \frac{K-D}{K+D} = \frac{K-D}{\binom{n}{2}} \quad (2.31)$$

Teorema 2: diberikan (X_1, Y_1) dan (X_2, Y_2) adalah vektor dari variabel acak kontinu yang independen dengan fungsi distribusi gabungan H_1, H_2 dengan marginal F untuk X_1, X_2 dan G untuk Y_1, Y_2 . C_1, C_2 dinotasikan sebagai *copula* masing-masing dari $(X_1, Y_1), (X_2, Y_2)$. Maka $H_1(x, y) = C_1(F(x), G(y))$, $H_2(x, y) = C_2(F(x), G(y))$. Diberikan Q yang dinotasikan sebagai selisih dari peluang konkordan dan diskordan dari $(X_1, Y_1), (X_2, Y_2)$ dimana:

$$Q = P[(X_1 - X_2)(Y_1 - Y_2) > 0] - P[(X_1 - X_2)(Y_1 - Y_2) < 0].$$

Maka,

$$Q = Q(C_1, C_2) = 4 \iint_{I_2} C_2(u, v) dC_1(u, v) - 1 \quad (2.32)$$

Untuk mengkonstruksi parameter dari keluarga *copula* archimedian dapat menggunakan nilai korelasi *kendall's tau*. Khusus pada kasus *copula* archimedian nilai korelasi *kendall's tau* dapat dihitung dengan Persamaan berikut:

$$\tau = 1 + 4 \int_0^1 \frac{\varphi(u)}{\varphi'(u)} du \quad (2.33)$$

Dimana $\varphi(u)$ merupakan generator dari *copula* keluarga archimedian.²⁹

b. Copula Clyton

Generator untuk *copula* clyton yaitu sebagai berikut:

$$\varphi(u) = u^{-a} - 1 \quad (2.34)$$

Dengan fungsi Invers yaitu:

$$\varphi^{-1}(u) = (u + 1)^{-\frac{1}{a}} \quad (2.35)$$

Dengan $\varphi^{-1}(u) = (u + 1)^{-\frac{1}{a}}, a > 0$. Kemudian fungsi distribusi kumulatif dari *copula* Clyton 2-dimensi dinotasikan sebagai berikut:

$$C(u_1, u_2) = [u_1^{-a} + u_2^{-a} - 1]^{-\frac{1}{a}}, a > 0 \quad (2.36)$$

Dari generator pada Persamaan (2.34) diatas dengan mensubstitusikannya kedalam Persamaan (2.33), maka

$$\frac{\varphi(u)}{\varphi'(u)} = \frac{u^{-a}-1}{-a.u^{-a-1}} = -\frac{1}{a} \frac{(u^{-a}-1)}{u^{-(a+1)}} \quad (2.37)$$

Selanjutnya,

$$\begin{aligned} \tau_c &= 1 + 4 \int_0^1 \frac{\varphi(u)}{\varphi'(u)} du \\ &= 1 + 4 \int_0^1 -\frac{1}{a} \frac{(u^{-a}-1)}{u^{-(a+1)}} du \\ &= 1 - \frac{4}{a} \int_0^1 \frac{(u^{-a}-1)}{u^{-(a+1)}} du \\ &= 1 - \frac{4}{a} \int_0^1 (u^{-a}-1)u^{a+1} du \end{aligned}$$

²⁹Esti Pertiwi. Aplikasi Value At Risk (VAR) pada Portofolio Nilai Tukar Mata Uang dengan Pendekatan Copula-Garch. (Universitas Pendidikan Indonesia. 2013) h.32

$$\begin{aligned}
&= 1 - \frac{4}{a} \left[\int_0^1 u du - \int_0^1 u^{a+1} du \right] \\
&= 1 - \frac{4}{a} \left\{ \left[\frac{1}{2} u^2 \right]_0^1 - \left[\frac{1}{a+2} u^{a+2} \right]_0^1 \right\} \\
&= 1 - \frac{4}{a} \left\{ \frac{1}{2} - \frac{1}{a+2} \right\} \\
&= 1 - \frac{4}{a} \left(\frac{a}{2a+4} \right) \\
&= 1 - \frac{2}{a+2} \\
\tau_c &= \frac{a}{a+2}
\end{aligned} \tag{2.38}$$

Sehingga estimasi parameter dari *copula* clyton berdasarkan Persamaan (2.38) adalah:

$$a = \frac{2\tau}{1-\tau} \tag{2.39}$$

Dengan mendistribusikan Persamaan (2.36) diatas kedalam Persamaan (2.26) maka fungsi densitas dari *clyton copula* dapat diperoleh yaitu sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
C(u_1, u_2) &= \frac{\partial^2 C(u_1, u_2)}{\partial u_1 \partial u_2} \\
&= \left(u_1^{-a} + u_2^{-a} - 1 \right)^{-\frac{1}{a}} \partial u_1 \partial u_2 \\
&= -\frac{1}{a} (-a u_1^{-a-1}) \left(u_1^{-a} + u_2^{-a} - 1 \right)^{-\frac{1}{a}-1} \partial u_2 \\
&= u_1^{-a-1} \left(u_1^{-a} + u_2^{-a} - 1 \right)^{-\frac{1}{a}-1} \partial u_2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= u_1^{-a-1} \left(-\frac{1}{a} - 1 \right) (-a u_2^{-a-1}) (u_1^{-a} + u_2^{-a} - 1)^{-\frac{1}{a}-2} \\
&= u_1^{-a-1} (1+a) u_2^{-a-1} (u_1^{-a} + u_2^{-a} - 1)^{-\frac{1}{a}-2} \\
&= (1+a) (u_1 u_2)^{-a-1} (u_1^{-a} + u_2^{-a} - 1)^{-\left(\frac{2a+1}{a}\right)} \tag{2.40}
\end{aligned}$$



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian terapan.

B. Jenis Data dan Sumber Data

Jenis data yang dipergunakan dalam penelitian ini berupa data bersifat kuantitatif berupa harga saham. Dengan data harga saham diperoleh dari <http://finance.yahoo.com>. Harga saham yang diambil adalah harga saham yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia (BEI).

C. Waktu Penelitian

Waktu penelitian dimulai dari bulan Maret sampai bulan Oktober.

D. Variabel dan Defenisi Operasional Variabel

Variabel penelitian yang digunakan adalah harga penutupan saham (P). Harga penutupan saham (P) adalah tingkat perubahan saham setiap hari pada saat *close price* selama beberapa tahun kecuali hari libur.

E. Prosedur Penelitian

1. Menghitung *return* saham.
2. Menghitung statistik deskriptif dari *return* yang diperoleh.
3. Memeriksa adanya sifat autokorelasi dan heteroskedastisitas pada data *return* setiap saham.
4. Mengestimasi parameter *Clayton Copula*.
5. Melakukan simulasi dan menggunakan *Clyton Copula* dalam analisis.
6. Menghitung nilai VaR.

7. Estimasi nilai CVaR.
8. Lakukan interpretasi dari hasil yang diperoleh.



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Data Harga Saham

Penelitian ini menggunakan data harga saham PT. Antam Tbk dan saham PT. Timah. Tbk sebanyak 256 data. Data yang dipergunakan adalah data *close price* yang diperoleh dari <http://www.finance.yahoo.com>. Adapun data harga saham penutupan dapat dilihat pada lampiran 1:

Tabel 4.1 Harga Penutupan Saham ANTAM dan Timah

Waktu (<i>t</i>)	Harga Penutupan PT. ANTAM TBK	Harga Penutupan PT. Timah TBK
0	700	735
1	705	740
2	700	735
⋮	⋮	⋮
255	890	810
256	840	805

Sumber: <http://www.finance.yahoo.com> (Lampiran data harga saham)

2. *Return* Harga Saham

Menghitung *return* harga saham dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}$$

Berdasarkan harga saham pada Tabel 4.1 maka dilakukan perhitungan *return*, sebagai berikut:

Return saham yang terdapat pada PT. Aneka Tambang. Tbk

Untuk $t = 1$, maka:

$$R_1 = \left(\frac{705 - 700}{700} \right) = 0.007142857$$

Untuk $t = 2$, maka:

$$R_2 = \left(\frac{700 - 705}{705} \right) = -0.007092198$$

·
·
·

Untuk $t = 255$, maka

$$R_{255} = \left(\frac{890 - 835}{835} \right) = 0.0658682635$$

Untuk $t = 256$

$$R_{256} = \left(\frac{840 - 890}{890} \right) = -0.056179775$$

Return saham untuk data saham pada PT. Timah. Tbk

Untuk $t = 1$, maka:

$$R_1 = \left(\frac{740 - 735}{735} \right) = 0.00680272109$$

Untuk $t = 2$, maka:

$$R_2 = \left(\frac{735 - 740}{740} \right) = -0.00675675676$$

·
·
·

Untuk $t = 255$, maka:

$$R_{255} = \left(\frac{810 - 800}{800} \right) = 0.0125$$

Untuk $t = 256$, maka:

$$R_{256} = \left(\frac{805 - 810}{810} \right) = -0.00617283951$$

Tabel 4.2 Hasil perhitungan *Return* saham ANTAM dan Timah

Waktu (<i>t</i>)	Harga Penutupan PT. ANTAM Tbk	Harga Penutupan PT. Timah Tbk	Harga <i>Return</i> PT. ANTAM Tbk	Harga <i>Return</i> PT. Timah Tbk
0	700	735		
1	705	740	0.007142857	0.00680272109
2	700	735	-0.007092198	-0.00675675676
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
255	890	810	0.0658682635	0.0125
256	840	805	-0.056179775	-0.00617283951

Sumber: Hasil perhitungan *return* harga saham (Lampiran data *return* saham)

3. Nilai Statistik Deskriptif

Nilai statistik deskriptif dari saham ANTAM dan saham Timah dapat dilihat berdasarkan perhitungan pada lampiran data *return* saham pada Tabel 4.3 berikut:

Tabel 4.3 Nilai Statistik Deskriptif *Return* ANTAM dan Timah

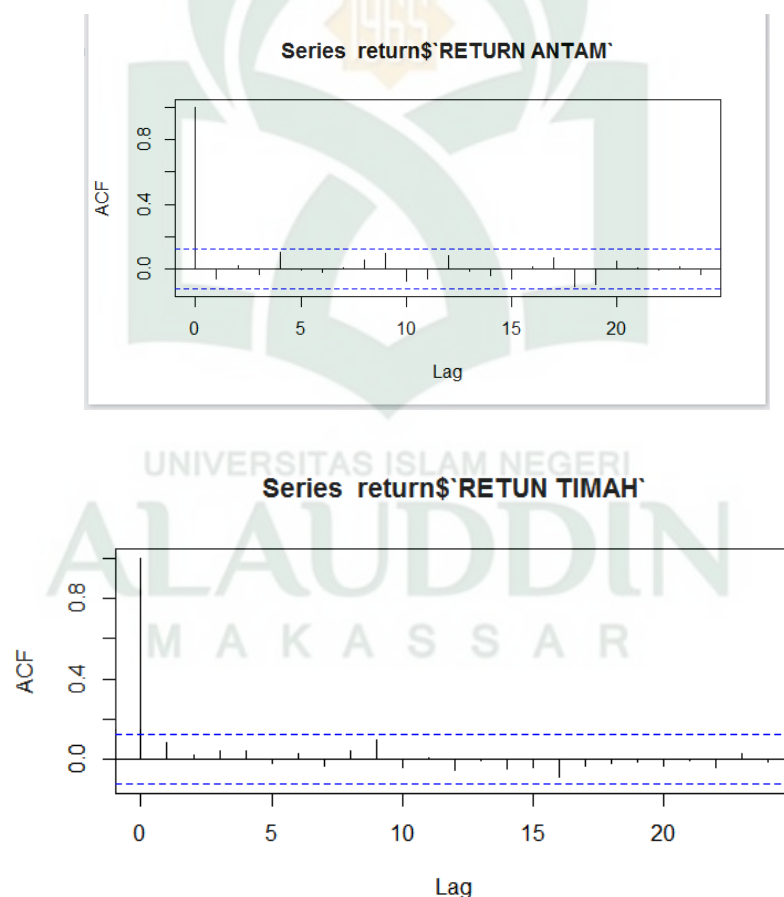
	ANTAM	Timah
<i>Mean</i>	0,000983036	0,00066575
<i>Standard Deviation</i>	0,023509586	0,02510183
<i>Skewness</i>	1,142800745	0,712872668
<i>Kurtosis</i>	4,242501462	2,03587101

Sumber: Lampiran hasil perhitungan *return* harga saham

Dilihat pada Tabel 4.3 diatas bahwa *return* saham ANTAM dan saham Timah tidak berdistribusi normal. Karena untuk peubah acak, data yang berdistribusi normal memiliki nilai *skewness* bernilai nol, sementara nilai *kurtosis* bernilai tiga.

4. Autokorelasi dan Heteroskedastisitas

Mendeteksi adanya sifat autokorelasi dan heteroskedastisitas pada data *return* saham Antam dan saham Timah dapat menggunakan plot ACF yang terdapat pada gambar berikut:



Gambar 4.1 Plot ACF *Return* ANTAM dan Timah (Lampiran Program R)

Pada Gambar 4.1 diatas dapat dilihat bahwa sebagian besar lag yang ada pada *return* saham ANTAM dan saham Timah tidak keluar pada batas signifikansi. Hal ini menunjukkan bahwa *return* saham ANTAM dan Timah tidak berautokorelasi. Selain menggunakan plot ACF, ada tidaknya autokorelasi dapat juga dilihat dari hasil uji Ljung-Box seperti pada Tabel 4.3 berikut.

Hipotesis uji Ljung-Box *return* saham ANTAM dan Timah yaitu:

H_0 : *Return* saham tidak berautokorelasi

H_1 : *Return* saham berautokorelasi

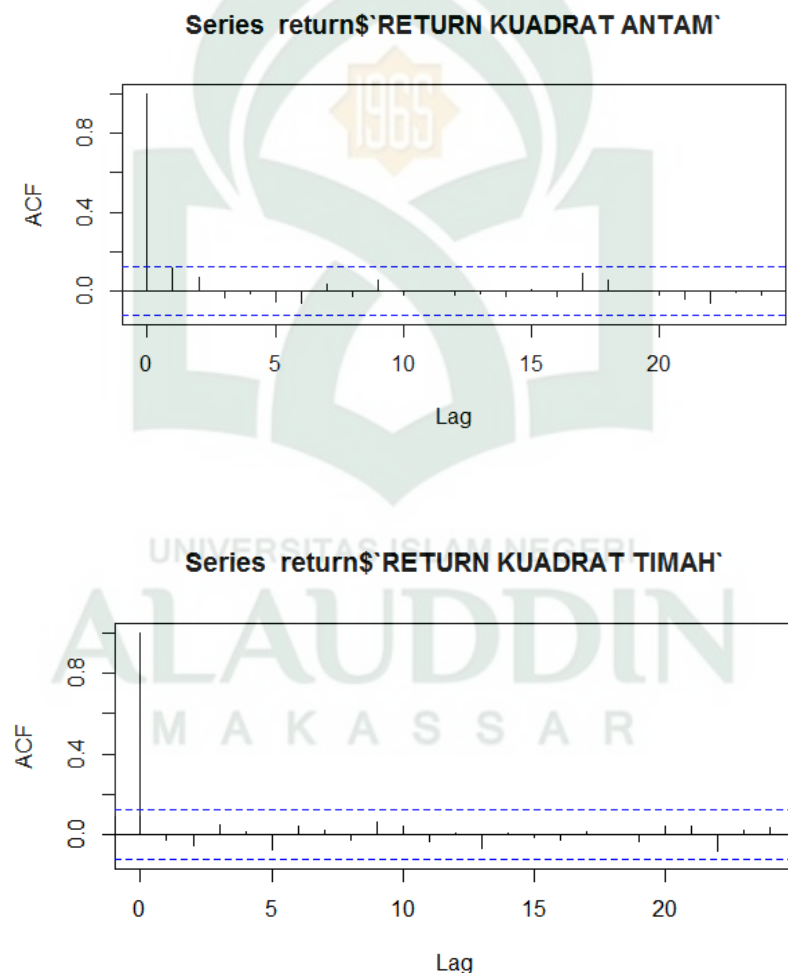
Tabel 4.3 Uji Ljung-Box Saham ANTAM dan Timah

Saham	Ljung-Box	
	Lag	<i>P-Value</i>
ANTAM	1	0.3232
	5	0.5592
	10	0.5334
	15	0.5665
	20	0.3824
Timah	1	0.1949
	5	0.7439
	10	0.7507
	15	0.9079
	20	0.9377

Sumber: hasil perhitungan Ljung-Box (Lampiran Output 1)

Dari Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa setiap nilai *P-Value* lebih besar dari $\alpha = 0.05$. sehingga hal ini dapat menunjukkan bahwa tolak H_1 atau terima H_0 , yang artinya *return* dari saham ANTAM dan saham Timah tidak berautokorelasi.

Selanjutnya untuk melihat ada tidaknya efek heteroskedastisitas pada data *return* saham ANTAM dan Timah dapat dilihat menggunakan plot ACF kuadrat *return* pada Gambar 4.2 berikut:



Gambar 4.2 Plot ACF *Return* Kuadrat Saham ANTAM dan Timah (Program R)

Pada Gambar 4.2 diatas dapat dilihat bahwa lag yang ada pada data kuadrat *return* saham ANTAM maupun saham Timah rata-rata tidak ada yang keluar dari batas. Hal ini mengindikasikan bahwa tidak adanya efek heteroskedastisitas pada data. Untuk lebih jelas mengenai efek heteroskedastisitas, dapat dilihat dari hasil uji ARCH LM pada Tabel 4.4.

Hipotesis uji ARCH LM *return* saham ANTAM dan Timah sebagai berikut:

H_0 : Tidak ada efek Heteroskedastisitas

H_1 : Ada efek Heteroskedastisitas

Tabel 4.4 Uji ARCH LM *Return* ANTAM dan Timah

Saham	ARCH LM	
	<i>P-Value</i>	<i>DF</i>
ANTAM	0.7822	12
Timah	0.9685	12

Sumber: Pengujian ARCH LM (Lampiran Output 2)

Berdasarkan Tabel 4.4 diatas dapat dilihat bahwa untuk setiap nilai *P-Value* lebih besar dari $\alpha = 0.05$, ini menunjukkan bahwa tolak H_1 atau terima H_0 , yang artinya *return* saham ANTAM dan saham Timah tidak ada efek Heteroskedastisitas.

5. Estimasi Parameter *Clayton Copula*

Selanjutnya adalah estimasi parameter *clayton copula* dengan parameter yang digunakan adalah (a). Tahap estimasi ini digunakan *Kendall's tau* yang memang cocok digunakan dalam fungsi copula. Sebelum mengestimasi parameter dari *clayton copula* terlebih dahulu mencari nilai tau (τ) dari saham ANTAM dan Timah. Setelah nilai τ diperoleh selanjutnya digunakan untuk mengestimasi parameter *clayton copula* yang terdapat pada Persamaan (2.38). Dengan menggunakan *software R* yang terdapat pada lampiran output 3 diperoleh nilai τ sebagai berikut:

$$\tau = 0,4198192$$

Atau:

$$\tau = \begin{vmatrix} 1 & 0,4198192 \\ 0,4198192 & 1 \end{vmatrix}$$

Dari hasil diatas dapat dilihat bahwa koefisien korelasi dari saham ANTAM dan Timah sebesar 0,4198192. Nilai koefisien korelasi tersebut menunjukkan bahwa saham ANTAM dan Timah berkorelasi positif artinya kedua saham dalam portofolio bergerak searah. Dari nilai koefisien korelasi atau nilai τ tersebut diperoleh nilai estimasi parameter *clayton copula* yaitu:

$$a = \frac{2 \times \tau}{1 - \tau} = \frac{2 \times 0,4198192}{1 - 0,4198192} = 1,447201286$$

6. Simulasi *Clayton Copula*

Tahap ini dilakukan simulasi data dengan membangkitkan bilangan acak berbasis *clayton copula* dengan menggunakan parameter yang telah digunakan sebelumnya. Simulasi data dapat dilakukan sebanyak m kali (sesuai dengan jumlah yang diinginkan). Pada penelitian ini simulasi dilakukan sebanyak $m=100$. Hasil simulasi dapat dilihat pada lampiran.

Setelah memperoleh hasil simulasi dari data *return* saham tersebut selanjutnya mencari *return* portofolio. Setelah itu menghitung nilai VaR portofolio menggunakan fungsi *clayton copula* sesuai dengan tingkat kepercayaan yang ditentukan. Kemudian menghitung estimasi CVaR sesuai dengan tingkat kepercayaan yang telah ditentukan. Pada penelitian ini digunakan tingkat kepercayaan sebesar 90%, 95% dan 99%.

7. Menghitung Nilai VaR

Menghitung nilai VaR dari *return* saham ANTAM dan Timah menggunakan fungsi *clayton copula*. Tingkat kepercayaan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebesar 90%, 95% dan 99%. Nilai VaR dari *return* saham ANTAM dan saham Timah dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut

Tabel 4.5 Nilai VaR

	Tingkat Kepercayaan		
	90%	95%	99%
VaR	0,071	0,085	0,113

Sumber: Perhitungan Nilai VaR (Lampiran Output 5)

Pada Tabel 4.5 diatas dapat dilihat nilai VaR pada tingkat kepercayaan 90% sebesar 0.071 atau dengan persentase 7,1%. Sedangkan pada tingkat kepercayaan 95% sebesar 0,085 atau dengan persentase 8,5%. sementara pada tingkat kepercayaan 99% diperoleh nilai VaR sebesar 0.113 atau dengan persentase 11,3%. Hasil ini menunjukkan kerugian yang mungkin diperoleh satu hari kedepan.

8. Estimasi Nilai CVaR

Estimasi nilai CVaR menggunakan fungsi *clayton copula* pada tingkat kepercayaan 90%, 95% dan 99% berdasarkan hasil dari lampiran output 6 maka dapat dihitung Estimasi CVaR menggunakan Persamaan 2.17 sebagai berikut:

Dimana:

$$\alpha_{90} = 0.1$$

$$\alpha_{95} = 0.05$$

$$\alpha_{99} = 0.01$$

$$r^*p(r) = \max.(pr) \quad (\text{nilai } \max.pr \text{ terdapat pada lampiran output 6})$$

Maka:

$$\begin{aligned} CVaR_{90} &= \frac{1}{1-\alpha_{90}} \int_0^{VaR_{90}} r^* p(r) dr \\ &= \frac{1}{1-0.1} \int_0^{0.07058805} 0.028587 dr \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{1}{0.9} \left(0.028587 r \Big|_0^{0.07058805} \right) \\
&= \frac{1}{0.9} \left((0.028587 \times 0.07058805) - (0.028587 \times 0) \right) \\
&= \frac{0.0020179147}{0.9} = 0.00224
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
CVaR_{95} &= \frac{1}{1-\alpha_{95}} \int_0^{VaR_{95}} r * p(r) dr \\
&= \frac{1}{1-0.05} \int_0^{0.08517551} 0.028587 dr \\
&= \frac{1}{0.95} \left(0.028587 r \Big|_0^{0.08517551} \right) \\
&= \frac{1}{0.95} \left((0.028587 \times 0.08517551) - (0.028587 \times 0) \right) \\
&= \frac{0.002434929339}{0.95} = 0.00256
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
CVaR_{99} &= \frac{1}{1-\alpha_{99}} \int_0^{VaR_{99}} r * p(r) dr \\
&= \frac{1}{1-0.01} \int_0^{0.1134242} 0.028587 dr \\
&= \frac{1}{0.99} \left(0.028587 r \Big|_0^{0.1134242} \right) \\
&= \frac{1}{0.99} \left((0.028587 \times 0.1134242) - (0.028587 \times 0) \right) \\
&= \frac{0.00324248029}{0.99} = 0.00328
\end{aligned}$$

Sehingga disajikan dalam bentuk Tabel 4.6 berikut:

Tabel 4.6 Estimasi Nilai CVaR

	Tingkat Kepercayaan		
	90%	95%	99%
CVaR	0,00224	0,00256	0,00328

Sumber: Estimasi nilai CVaR

Hasil perhitungan estimasi nilai CVaR dapat dilihat pada Tabel 4.6. Pada tingkat kepercayaan 90% diperoleh nilai CVaR sebesar 0,00224 atau dengan persentase 0,224%. Hal ini berarti bahwa 10% yang tidak dihitung oleh VaR dihitung dengan CVaR menunjukkan bahwa besarnya risiko kerugian yang mungkin akan dialami pada satu hari kedepan sebesar 0,224% dari aset saat ini. Sedangkan pada tingkat 95% diperoleh nilai CVaR sebesar 0,00256 atau dengan persentase 0,256%. Hal ini berarti bahwa pada 5% risiko yang tidak dapat dihitung dengan VaR dihitung dengan CVaR dengan menunjukkan risiko kerugian yang akan dialami pada satu hari kedepan sebesar 0,256% dari aset saat ini. Pada tingkat kepercayaan 99% diperoleh nilai CVaR sebesar 0,00328 atau dengan persentase 0,328%. Hal ini menunjukkan 1% risiko yang tidak dihitung pada VaR dihitung dengan CVaR menunjukkan besarnya risiko kerugian yang mungkin dialami satu hari adalah sebesar 0,328% dari aset saat ini.

Misalnya dengan memiliki modal Rp.100.000.000, maka kerugian yang mungkin dialami pada suatu hari kedepan dengan tingkat kepercayaan 90% adalah Rp.224.000 sedangkan pada tingkat kepercayaan 95% kerugian yang mungkin

terjadi adalah sebesar Rp.256.000. Dan pada tingkat kepercayaan 99% kerugian yang mungkin dialami adalah sebesar Rp.328.000.

B. Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian dari data harga saham penutupan yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia (BEI) dari tanggal 03 Juli 2017 sampai dengan 02 Juli 2018, dengan mengambil dua harga saham penutupan yaitu PT. Aneka Tambang Tbk (ANTM.JK) dan PT. Timah Tbk (TINS.JK) data harga penutupan dapat dilihat pada Tabel 4.1. Dari harga saham penutupan tersebut kemudian mencari *return* atau keuntungan dari kedua saham, data *return* dari kedua saham tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.2. Setelah memperoleh data *return* selanjutnya menghitung statistik deskriptif dari *return* tersebut dilihat dari Tabel 4.3 nilai statistik deskriptif yang terdiri dari *mean*, *standar deviatio*, *skewness* dan *kurtosis* dapat dilihat bahwa data tidak berdistribusi normal. Karena untuk peubah acak, data yang berdistribusi normal memiliki *skewness* bernilai nol, sedangkan *kurtosis* pada data berdistribusi normal bernilai tiga. Namun karena metode yang digunakan tidak mensyaratkan data harus berdistribusi normal maka data tersebut tidak harus dinormalkan.

Tahap selanjutnya adalah menguji autokorelasi dan heteroskedastisitas dari data *return*. Dapat dilihat pada Gambar 4.1 yaitu pada plot ACF dari *return* saham ANTAM dan saham Timah dilihat bahwa sebagian besar lag tidak keluar pada batas signifikansi. Hal ini menunjukkan bahwa kedua saham tidak berautokorelasi. Selain uji ACF, autokorelasi juga dapat diuji dengan menggunakan uji Ljung Box yang terdapat pada Tabel 4.3. Dilihat dari Tabel

menunjukkan bahwa *P-Value* pada masing-masing saham lebih besar dari $\alpha = 0.05$. sehingga hal ini dapat menunjukkan bahwa *return* dari saham ANTAM dan saham Timah tidak berautokorelasi. Selanjutnya dalam uji Heteroskedastisitas dapat dilihat pada Gambar 4.2 yaitu gambar ACF kuadrat *return* dan juga pada Tabel 4.4 yaitu uji ARCH-LM menunjukkan bahwa kedua saham tidak memiliki efek heteroskedastisitas.

Langkah selanjutnya adalah mengestimasi parameter dari *clayton copula*. Parameter yang digunakan dalam estimasi ini adalah parameter α . Dari estimasi ini diperoleh nilai $\alpha = 1.447201286$. Dari hasil estimasi ini kemudian dilakukan simulasi data dengan membangkitkan sejumlah bilangan acak berbasis *clayton copula*. Simulasi pada hasil penelitian ini sejumlah $M=100$, simulasi sebenarnya dapat dilakukan sebanyak M kali (sejumlah yang diinginkan). Setelah diperoleh nilai simulasi selanjutnya menghitung nilai VaR dengan menggunakan fungsi *clayton copula*. Hasil perhitungan VaR dapat dilihat pada Tabel 4.5. Dari hasil perhitungan VaR tersebut kemudian menghitung nilai CVaR. Hasil perhitungan CVaR dapat dilihat pada Tabel 4.6. Pada tingkat kepercayaan 90% nilai CVaR sebesar 0.00224 atau jika dipersentasekan sebesar 0.224% sementara pada tingkat kepercayaan 95% nilai CVaR sebesar 0.00256 atau dengan persentase 0.256%, sementara pada tingkat kepercayaan 99% nilai CVaR sebesar 0.00328 atau dengan persentase 0.328%. Dari hasil itu dapat dilihat bahwa semakin tinggi tingkat kepercayaan dalam menginvestasikan dana maka semakin tinggi pula risiko yang akan diperoleh suatu hari kedepan.

BAB V

PENUTUP

A. KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan dan pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka risiko yang diperoleh dari estimasi nilai CVaR menggunakan fungsi *archimedian copula* pada data saham ANTAM dan saham Timah adalah pada tingkat kepercayaan 90% yaitu sebesar 0.224%, sementara pada tingkat kepercayaan 95% sebesar 0.256% dan pada tingkat kepercayaan 99% sebesar 0.328%. Hasil yang diperoleh tersebut menunjukkan kerugian yang melebihi tingkat VaR yang mungkin dialami suatu hari kedepan jika menginvestasikan dana pada perusahaan tersebut.

B. SARAN

Saran yang dapat diberikan yaitu pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan anggota dari *Archimedian copula* yang lain yaitu *Frank copula* dan *Gumbel copula*. Dan juga dapat menggunakan portofolio saham yang lebih banyak serta dapat menggunakan data yang berdistribusi normal atau membandingkan hasil dari data yang berdistribusi normal dan data yang tidak berdistribusi normal.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Agama RI. *Al-Quran Tajwid dan Terjemahan*. Bandung: CV Penerbit Diponegoro. 2010
- Denziana, Angrita, dkk. *Corporate Financial Performance Effects of Macro Economic factors Against Stock Return*. Jurnal Akuntansi & Keuangan Vol. 5, No.2, September 2014
- Halim, Abdul. *Analisis Investasi edisi 2*. Jakarta: Salemba Empat. 2015
- Herliyanti, Mira. *Pengaruh Faktor Internal dan Eksternal Perusahaan terhadap Return Saham pada Perusahaan Sektor Industri Dasar dan Kimia yang Terdaftar di BEI Periode 2011-2015*. Skripsi Universitas Widyatma. 2017
- Hibeln, Martin. *Risk Management in Credit Portofolios*, London: Physica-Verlag. 2010
- Hidayati, Herlina, dkk. *Estimasi Nilai Conditional Value At Risk (CVAR) Menggunakan Fungsi Gaussian Copula*. E-Jurnal Matematika Vol.4(4). 2015
- Indratno, Septo Wahyu. *Pengenalan Copula*. Statistics Disivision, Faculty Of Mathematics And Natural Sciences, Institut Teknologi Bandung.
- Krokhmal, Pavlo, dkk. *Portofolio Optimizion with Conditional Value at Risk Objective and Constraints*. University of Florida. Dept. Of Industrial and System Engineering. 2001
- Letmark, Mattias. *Robustness of Conditional Value-at-Risk (CVaR) when Measuring Market Risk Across Different ¹Asset Classes*. Swedia: Royal Institute of Technology. 2010.
- Nelsen, Roger B. *An Introduction to Copulas*. Springer: New York, 2nd edn. 2006
- Rhomah, Azizatuh. *Studi Copula Gumbel Family 2-Dimensi dalam Identifikasi Struktur Dependensi*. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. 2012
- Santosa, Antonius Heru dan Bambang Sudiyatno. *Faktor-faktor yang Mempengaruhi Return Saham pada Perusahaan Property dan real Estate yang Terdaftar pada Bursa Efek Indonesia Tahun 2009 s/d 2014*. Jurnal Universitas Gunadarma. 2008
- Shihab, M. Quraish. *Tafsir Al-Misbah*. Jakarta. 2002
- Sudarsono, Bambang dan Bambang Sudiyatno. *Faktor-faktor yang Mempengaruhi Return Saham pada Perusahaan Property dan real*

- Estate yang Terdaftar pada Bursa Efek Indonesia Tahun 2009 s/d 2014.* Jurnal Bisnis dan Ekonomi (JBE), Vol.23. No.1. 2006
- Syuhada, Khareshna. *Pubah Acak, Fungsi Distribusi Bersama dan Copula.* Jurnal Matematika, Institut Teknologi Bandung vol.2. 2011
- Tandelilin, Eduardus. *Portofolio dan Investasi Teori dan Aplikasi.* Yogyakarta:Kanisius. 2010
- Tiro, Muhammad Arif dan Baharuddin Ilyas. *Statistika Terapan untuk Ilmu Ekonomi dan Sosial Edisi Kedua.* Makassar:Andhira Publisher. 2002
- Pertiwi, Esti. *Aplikasi Value At Risk (VAR) pada Portofolio Nilai Tukar Mata Uang dengan Pendekatan Copula-Garch.* Universitas Pendidikan Indonesia. 2013
- Yang, Insoon, dan Cristopher W. Miller. *Optimal of Conditional Value-at-Risk in Continuous Time.* Jurnal . 2017



L

A

M

P

I

R

A

N





**TIM VALIDASI PROGRAM STUDI
MATEMATIKA
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar**

Kampus II : Jalan Sultan Alauddin No. 36, Romang Polong, Gowa. Telp:(0411) 8221400

**SURAT KETERANGAN
VALIDASI PENILAIAN KELAYAKAN DAN SUSBTANSI PROGRAM**

No : 149 / Val / M / 358_2018

Yang bertanda tangan di bawah ini Tim Validasi penilaian kelayakan dan substansi program mahasiswa Jurusan Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar menerangkan bahwa karya ilmiah Mahasiswa/ Instansi terkait :

Nama : **Damayanti**

Nim : **60600114028**

Judul Karya ilmiah :

“ Estimasi Nilai *Conditional Value At Risk (CVAR)* Menggunakan Fungsi *Archimedian Copula* ”

Berdasarkan hasil penelitian kelayakan dan substansi program mahasiswa bersangkutan dengan ini dinyatakan **Valid**.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
MAKASSAR

Makassar, 2018

Kepala TIM Validasi
Program Studi Matematika

Adnan Sauddin, S.Pd., M.Si

Lampiran 1

Data harga saham

03 Juli 2017 – 02 Juli 2018

<i>No</i>	Date	Close* PT ANTAM TBK	Close* PT TIMAH TBK
1	Jul 03, 2017	700	735
2	Jul 04, 2017	705	740
3	Jul 05, 2017	700	735
4	Jul 06, 2017	695	730
5	Jul 07, 2017	710	715
6	Jul 10, 2017	710	715
7	Jul 11, 2017	695	705
8	Jul 12, 2017	700	715
9	Jul 13, 2017	700	725
10	Jul 14, 2017	695	720
11	Jul 17, 2017	720	755
12	Jul 18, 2017	715	745
13	Jul 19, 2017	725	765
14	Jul 20, 2017	715	740
15	Jul 21, 2017	705	745
16	Jul 24, 2017	700	735
17	Jul 25, 2017	700	745
18	Jul 26, 2017	720	815
19	Jul 27, 2017	715	840
20	Jul 28, 2017	690	830
21	Jul 31, 2017	690	805
22	Aug 01, 2017	690	800
23	Aug 02, 2017	685	785
24	Aug 03, 2017	680	800
25	Aug 04, 2017	660	815
26	Aug 07, 2017	650	815
27	Aug 08, 2017	670	805
28	Aug 09, 2017	695	860
29	Aug 10, 2017	700	840
30	Aug 11, 2017	690	825
31	Aug 14, 2017	685	820

32	Aug 15, 2017	680	820
33	Aug 16, 2017	680	800
34	Aug 17, 2017	680	800
35	Aug 18, 2017	685	815
36	Aug 21, 2017	715	850
37	Aug 22, 2017	725	885
38	Aug 23, 2017	720	870
39	Aug 24, 2017	740	915
40	Aug 25, 2017	720	910
41	Aug 28, 2017	715	905
42	Aug 29, 2017	730	940
43	Aug 30, 2017	755	980
44	Aug 31, 2017	740	955
45	Sep 01, 2017	740	955
46	Sep 04, 2017	710	925
47	Sep 05, 2017	710	940
48	Sep 06, 2017	705	940
49	Sep 07, 2017	695	930
50	Sep 08, 2017	700	925
51	Sep 11, 2017	690	940
52	Sep 12, 2017	680	925
53	Sep 13, 2017	670	880
54	Sep 14, 2017	680	880
55	Sep 15, 2017	680	870
56	Sep 18, 2017	680	880
57	Sep 19, 2017	675	880
58	Sep 20, 2017	680	890
59	Sep 21, 2017	680	890
60	Sep 22, 2017	675	880
61	Sep 25, 2017	650	865
62	Sep 26, 2017	645	835
63	Sep 27, 2017	625	810
64	Sep 28, 2017	630	815
65	Sep 29, 2017	640	815
66	Oct 02, 2017	640	805
67	Oct 03, 2017	645	825
68	Oct 04, 2017	650	845
69	Oct 05, 2017	645	845
70	Oct 06, 2017	650	870

71	Oct 09, 2017	650	865
72	Oct 10, 2017	660	850
73	Oct 11, 2017	640	840
74	Oct 12, 2017	650	825
75	Oct 13, 2017	645	835
76	Oct 16, 2017	655	830
77	Oct 17, 2017	650	825
78	Oct 18, 2017	655	815
79	Oct 19, 2017	660	810
80	Oct 20, 2017	660	815
81	Oct 23, 2017	645	810
82	Oct 24, 2017	645	810
83	Oct 25, 2017	645	820
84	Oct 26, 2017	655	835
85	Oct 27, 2017	645	835
86	Oct 30, 2017	645	825
87	Oct 31, 2017	645	820
88	Nov 01, 2017	710	895
89	Nov 02, 2017	670	895
90	Nov 03, 2017	670	910
91	Nov 06, 2017	670	905
92	Nov 07, 2017	695	945
93	Nov 08, 2017	705	935
94	Nov 09, 2017	710	910
95	Nov 10, 2017	705	905
96	Nov 13, 2017	685	910
97	Nov 14, 2017	680	910
98	Nov 15, 2017	660	900
99	Nov 16, 2017	660	885
100	Nov 17, 2017	660	880
101	Nov 20, 2017	665	885
102	Nov 21, 2017	665	880
103	Nov 22, 2017	660	880
104	Nov 23, 2017	660	870
105	Nov 24, 2017	660	860
106	Nov 27, 2017	655	840
107	Nov 28, 2017	650	835
108	Nov 29, 2017	665	845
109	Nov 30, 2017	665	850

110	Dec 01, 2017	665	850
111	Dec 04, 2017	650	825
112	Dec 05, 2017	630	775
113	Dec 06, 2017	610	775
114	Dec 07, 2017	605	780
115	Dec 08, 2017	625	790
116	Dec 11, 2017	605	765
117	Dec 12, 2017	605	755
118	Dec 13, 2017	620	765
119	Dec 14, 2017	635	775
120	Dec 15, 2017	630	785
121	Dec 18, 2017	635	795
122	Dec 19, 2017	645	800
123	Dec 20, 2017	630	800
124	Dec 21, 2017	625	800
125	Dec 22, 2017	630	790
126	Dec 25, 2017	630	790
127	Dec 26, 2017	630	790
128	Dec 27, 2017	635	780
129	Dec 28, 2017	620	775
130	Dec 29, 2017	625	775
131	Jan 01, 2018	625	775
132	Jan 02, 2018	635	790
133	Jan 03, 2018	630	820
134	Jan 04, 2018	640	835
135	Jan 05, 2018	655	835
136	Jan 08, 2018	650	815
137	Jan 09, 2018	655	810
138	Jan 10, 2018	650	810
139	Jan 11, 2018	650	815
140	Jan 12, 2018	665	885
141	Jan 15, 2018	660	865
142	Jan 16, 2018	705	895
143	Jan 17, 2018	730	960
144	Jan 18, 2018	740	955
145	Jan 19, 2018	760	955
146	Jan 22, 2018	775	990
147	Jan 23, 2018	800	985
148	Jan 24, 2018	780	975

149	Jan 25, 2018	845	1040
150	Jan 26, 2018	855	1070
151	Jan 29, 2018	905	1100
152	Jan 30, 2018	910	1055
153	Jan 31, 2018	915	1050
154	Feb 01, 2018	910	1070
155	Feb 02, 2018	905	1065
156	Feb 05, 2018	870	1020
157	Feb 06, 2018	850	975
158	Feb 07, 2018	870	1010
159	Feb 08, 2018	855	1005
160	Feb 09, 2018	830	985
161	Feb 12, 2018	855	995
162	Feb 13, 2018	875	1020
163	Feb 14, 2018	885	1070
164	Feb 15, 2018	910	1095
165	Feb 16, 2018	910	1095
166	Feb 19, 2018	920	1105
167	Feb 20, 2018	900	1090
168	Feb 21, 2018	910	1100
169	Feb 22, 2018	900	1075
170	Feb 23, 2018	895	1070
171	Feb 26, 2018	900	1085
172	Feb 27, 2018	945	1175
173	Feb 28, 2018	955	1165
174	Mar 01, 2018	940	1170
175	Mar 02, 2018	920	1165
176	Mar 05, 2018	910	1215
177	Mar 06, 2018	905	1195
178	Mar 07, 2018	885	1155
179	Mar 08, 2018	875	1150
180	Mar 09, 2018	850	1135
181	Mar 12, 2018	900	1145
182	Mar 13, 2018	880	1150
183	Mar 14, 2018	880	1105
184	Mar 15, 2018	860	1030
185	Mar 16, 2018	845	1020
186	Mar 19, 2018	820	1005
187	Mar 20, 2018	805	1010

188	Mar 21, 2018	835	1040
189	Mar 22, 2018	820	1000
190	Mar 23, 2018	790	990
191	Mar 26, 2018	785	1015
192	Mar 27, 2018	775	980
193	Mar 28, 2018	770	975
194	Mar 29, 2018	775	970
195	Mar 30, 2018	775	970
196	Apr 02, 2018	795	970
197	Apr 03, 2018	805	1000
198	Apr 04, 2018	775	975
199	Apr 05, 2018	800	1005
200	Apr 06, 2018	805	1040
201	Apr 09, 2018	850	1085
202	Apr 10, 2018	850	1095
203	Apr 11, 2018	865	1130
204	Apr 12, 2018	865	1085
205	Apr 13, 2018	880	1065
206	Apr 16, 2018	880	1065
207	Apr 17, 2018	880	1065
208	Apr 18, 2018	885	1075
209	Apr 19, 2018	885	1075
210	Apr 20, 2018	885	1075
211	Apr 23, 2018	895	1100
212	Apr 24, 2018	860	1060
213	Apr 25, 2018	860	1060
214	Apr 26, 2018	860	1060
215	Apr 27, 2018	860	1060
216	Apr 30, 2018	845	1025
217	May 01, 2018	845	1025
218	May 03, 2018	840	950
219	May 04, 2018	840	950
220	May 07, 2018	810	920
221	May 08, 2018	790	905
222	May 09, 2018	805	940
223	May 10, 2018	805	940
224	May 16, 2018	810	930
225	May 17, 2018	825	930
226	May 18, 2018	850	950

227	May 21, 2018	880	980
228	May 22, 2018	845	965
229	May 23, 2018	845	940
230	May 24, 2018	885	985
231	May 25, 2018	870	950
232	May 28, 2018	855	965
233	May 29, 2018	855	965
234	May 30, 2018	850	950
235	May 31, 2018	865	940
236	Jun 01, 2018	865	940
237	Jun 04, 2018	880	955
238	Jun 05, 2018	885	960
239	Jun 06, 2018	995	1000
240	Jun 07, 2018	945	995
241	Jun 08, 2018	905	985
242	Jun 11, 2018	905	985
243	Jun 12, 2018	905	985
244	Jun 13, 2018	905	985
245	Jun 14, 2018	905	985
246	Jun 15, 2018	905	985
247	Jun 18, 2018	905	985
248	Jun 19, 2018	905	985
249	Jun 20, 2018	880	935
250	Jun 21, 2018	890	915
251	Jun 22, 2018	910	895
252	Jun 25, 2018	890	860
253	Jun 26, 2018	870	855
254	Jun 27, 2018	840	825
255	Jun 28, 2018	835	800
256	Jun 29, 2018	890	810
257	Jul 02, 2018	840	805

Lampiran 2

Data Return Saham

NO	RETURN ANTAM TBK	RETUN TIMAH TBK	RETURN KUADRAT ANTAM TBK	RETURN KUADRAT TIMAH TBK
1	0,007142857	0,006802721	0,0000510204	0,0000462770
2	-0,007092199	-0,006756757	0,0000502993	0,0000456538
3	-0,007142857	-0,006802721	0,0000510204	0,0000462770
4	0,021582734	-0,020547945	0,0004658140	0,0004222180
5	0	0	0,0000000000	0,0000000000
6	-0,021126761	-0,013986014	0,0004463400	0,0001956090
7	0,007194245	0,014184397	0,0000517572	0,0002011970
8	0	0,013986014	0,0000000000	0,0001956090
9	-0,007142857	-0,006896552	0,0000510204	0,0000475624
10	0,035971223	0,048611111	0,0012939290	0,0023630400
11	-0,006944444	-0,013245033	0,0000482253	0,0001754310
12	0,013986014	0,026845638	0,0001956090	0,0007206880
13	-0,013793103	-0,032679739	0,0001902500	0,0010679650
14	-0,013986014	0,006756757	0,0001956090	0,0000456538
15	-0,007092199	-0,013422819	0,0000502993	0,0001801720
16	0	0,013605442	0,0000000000	0,0001851080
17	0,028571429	0,093959732	0,0008163270	0,0088284310
18	-0,006944444	0,030674847	0,0000482253	0,0009409460
19	-0,034965035	-0,011904762	0,0012225540	0,0001417230
20	0	-0,030120482	0,0000000000	0,0009072430
21	0	-0,006211118	0,0000000000	0,0000385788
22	-0,007246377	-0,01875	0,0000525100	0,0003515630
23	-0,00729927	0,01910828	0,0000532793	0,0003651260
24	-0,029411765	0,01875	0,0008650520	0,0003515630
25	-0,015151515	0	0,0002295680	0,0000000000
26	0,030769231	-0,012269939	0,0009467460	0,0001505510
27	0,037313433	0,068322981	0,0013922920	0,0046680300
28	0,007194245	-0,023255814	0,0000517572	0,0005408330
29	-0,014285714	-0,017857143	0,0002040820	0,0003188780
30	-0,007246377	-0,006060606	0,0000525100	0,0000367309
31	-0,00729927	0	0,0000532793	0,0000000000
32	0	-0,024390244	0,0000000000	0,0005948840

33	0	0	0,0000000000	0,0000000000
34	0,007352941	0,01875	0,0000540657	0,0003515630
35	0,04379562	0,042944785	0,0019180560	0,0018442550
36	0,013986014	0,041176471	0,0001956090	0,0016955020
37	-0,006896552	-0,016949153	0,0000475624	0,0002872740
38	0,027777778	0,051724138	0,0007716050	0,0026753860
39	-0,027027027	-0,005464481	0,0007304600	0,0000298606
40	-0,006944444	-0,005494505	0,0000482253	0,0000301896
41	0,020979021	0,038674033	0,0004401190	0,0014956810
42	0,034246575	0,042553191	0,0011728280	0,0018107740
43	-0,01986755	-0,025510204	0,0003947200	0,0006507710
44	0	0	0,0000000000	0,0000000000
45	-0,040540541	-0,031413613	0,0016435350	0,0009868150
46	0	0,016216216	0,0000000000	0,0002629660
47	-0,007042254	0	0,0000495933	0,0000000000
48	-0,014184397	-0,010638298	0,0002011970	0,0001131730
49	0,007194245	-0,005376344	0,0000517572	0,0000289051
50	-0,014285714	0,016216216	0,0002040820	0,0002629660
51	-0,014492754	-0,015957447	0,0002100400	0,0002546400
52	-0,014705882	-0,048648649	0,0002162630	0,0023666910
53	0,014925373	0	0,0002227670	0,0000000000
54	0	-0,011363636	0,0000000000	0,0001291320
55	0	0,011494253	0,0000000000	0,0001321180
56	-0,007352941	0	0,0000540657	0,0000000000
57	0,007407407	0,011363636	0,0000548697	0,0001291320
58	0	0	0,0000000000	0,0000000000
59	-0,007352941	-0,011235955	0,0000540657	0,0001262470
60	-0,037037037	-0,017045455	0,0013717420	0,0002905480
61	-0,007692308	-0,034682081	0,0000591716	0,0012028470
62	-0,031007752	-0,02994012	0,0009614810	0,0008964110
63	0,008	0,00617284	0,0000640000	0,0000381040
64	0,015873016	0	0,0002519530	0,0000000000
65	0	-0,012269939	0,0000000000	0,0001505510
66	0,0078125	0,02484472	0,0000610352	0,0006172600
67	0,007751938	0,024242424	0,0000600925	0,0005876950
68	-0,007692308	0	0,0000591716	0,0000000000
69	0,007751938	0,029585799	0,0000600925	0,0008753200
70	0	-0,005747126	0,0000000000	0,0000330295
71	0,015384615	-0,01734104	0,0002366860	0,0003007120

72	-0,03030303	-0,011764706	0,0009182740	0,0001384080
73	0,015625	-0,017857143	0,0002441410	0,0003188780
74	-0,007692308	0,012121212	0,0000591716	0,0001469240
75	0,015503876	-0,005988024	0,0002403700	0,0000358564
76	-0,007633588	-0,006024096	0,0000582717	0,0000362897
77	0,007692308	-0,012121212	0,0000591716	0,0001469240
78	0,007633588	-0,006134969	0,0000582717	0,0000376378
79	0	0,00617284	0,0000000000	0,0000381040
80	-0,022727273	-0,006134969	0,0005165290	0,0000376378
81	0	0	0,0000000000	0,0000000000
82	0	0,012345679	0,0000000000	0,0001524160
83	0,015503876	0,018292683	0,0002403700	0,0003346220
84	-0,015267176	0	0,0002330870	0,0000000000
85	0	-0,011976048	0,0000000000	0,0001434260
86	0	-0,006060606	0,0000000000	0,0000367309
87	0,100775194	0,091463415	0,0101556400	0,0083655560
88	-0,056338028	0	0,0031739730	0,0000000000
89	0	0,016759777	0,0000000000	0,0002808900
90	0	-0,005494505	0,0000000000	0,0000301896
91	0,037313433	0,044198895	0,0013922920	0,0019535420
92	0,014388489	-0,010582011	0,0002070290	0,0001119790
93	0,007092199	-0,026737968	0,0000502993	0,0007149190
94	-0,007042254	-0,005494505	0,0000495933	0,0000301896
95	-0,028368794	0,005524862	0,0008047880	0,0000305241
96	-0,00729927	0	0,0000532793	0,0000000000
97	-0,029411765	-0,010989011	0,0008650520	0,0001207580
98	0	-0,016666667	0,0000000000	0,0002777780
99	0	-0,005649718	0,0000000000	0,0000319193
100	0,007575758	0,005681818	0,0000573921	0,0000322831
101	0	-0,005649718	0,0000000000	0,0000319193
102	-0,007518797	0	0,0000565323	0,0000000000
103	0	-0,011363636	0,0000000000	0,0001291320
104	0	-0,011494253	0,0000000000	0,0001321180
105	-0,007575758	-0,023255814	0,0000573921	0,0005408330
106	-0,007633588	-0,005952381	0,0000582717	0,0000354308
107	0,023076923	0,011976048	0,0005325440	0,0001434260
108	0	0,00591716	0,0000000000	0,0000350128
109	0	0	0,0000000000	0,0000000000
110	-0,022556391	-0,029411765	0,0005087910	0,0008650520

111	-0,030769231	-0,060606061	0,0009467460	0,0036730950
112	-0,031746032	0	0,0010078110	0,0000000000
113	-0,008196721	0,006451613	0,0000671862	0,0000416233
114	0,033057851	0,012820513	0,0010928220	0,0001643660
115	-0,032	-0,03164557	0,0010240000	0,0010014420
116	0	-0,013071895	0,0000000000	0,0001708740
117	0,024793388	0,013245033	0,0006147120	0,0001754310
118	0,024193548	0,013071895	0,0005853280	0,0001708740
119	-0,007874016	0,012903226	0,0000620001	0,0001664930
120	0,007936508	0,012738854	0,0000629882	0,0001622780
121	0,015748031	0,006289308	0,0002480000	0,0000395554
122	-0,023255814	0	0,0005408330	0,0000000000
123	-0,007936508	0	0,0000629882	0,0000000000
124	0,008	-0,0125	0,0000640000	0,0001562500
125	0	0	0,0000000000	0,0000000000
126	0	0	0,0000000000	0,0000000000
127	0,007936508	-0,012658228	0,0000629882	0,0001602310
128	-0,023622047	-0,006410256	0,0005580010	0,0000410914
129	0,008064516	0	0,0000650364	0,0000000000
130	0	0	0,0000000000	0,0000000000
131	0,016	0,019354839	0,0002560000	0,0003746100
132	-0,007874016	0,037974684	0,0000620001	0,0014420770
133	0,015873016	0,018292683	0,0002519530	0,0003346220
134	0,0234375	0	0,0005493160	0,0000000000
135	-0,007633588	-0,023952096	0,0000582717	0,0005737030
136	0,007692308	-0,006134969	0,0000591716	0,0000376378
137	-0,007633588	0	0,0000582717	0,0000000000
138	0	0,00617284	0,0000000000	0,0000381040
139	0,023076923	0,085889571	0,0005325440	0,0073770180
140	-0,007518797	-0,02259887	0,0000565323	0,0005107090
141	0,068181818	0,034682081	0,0046487600	0,0012028470
142	0,035460993	0,072625698	0,0012574820	0,0052744920
143	0,01369863	-0,005208333	0,0001876520	0,0000271267
144	0,027027027	0	0,0007304600	0,0000000000
145	0,019736842	0,036649215	0,0003895430	0,0013431650
146	0,032258065	-0,005050505	0,0010405830	0,0000255076
147	-0,025	-0,010152284	0,0006250000	0,0001030690
148	0,083333333	0,066666667	0,0069444440	0,0044444440
149	0,01183432	0,028846154	0,0001400510	0,0008321010

150	0,058479532	0,028037383	0,0034198560	0,0007860950
151	0,005524862	-0,040909091	0,0000305241	0,0016735540
152	0,005494505	-0,004739336	0,0000301896	0,0000224613
153	-0,005464481	0,019047619	0,0000298606	0,0003628120
154	-0,005494505	-0,004672897	0,0000301896	0,0000218360
155	-0,038674033	-0,042253521	0,0014956810	0,0017853600
156	-0,022988506	-0,044117647	0,0005284710	0,0019463670
157	0,023529412	0,035897436	0,0005536330	0,0012886260
158	-0,017241379	-0,004950495	0,0002972650	0,0000245074
159	-0,029239766	-0,019900498	0,0008549640	0,0003960300
160	0,030120482	0,010152284	0,0009072430	0,0001030690
161	0,023391813	0,025125628	0,0005471770	0,0006312970
162	0,011428571	0,049019608	0,0001306120	0,0024029220
163	0,028248588	0,023364486	0,0007979830	0,0005458990
164	0	0	0,0000000000	0,0000000000
165	0,010989011	0,00913242	0,0001207580	0,0000834011
166	-0,02173913	-0,013574661	0,0004725900	0,0001842710
167	0,011111111	0,009174312	0,0001234570	0,0000841680
168	-0,010989011	-0,022727273	0,0001207580	0,0005165290
169	-0,005555556	-0,004651163	0,0000308642	0,0000216333
170	0,005586592	0,014018692	0,0000312100	0,0001965240
171	0,05	0,082949309	0,0025000000	0,0068805880
172	0,010582011	-0,008510638	0,0001119790	0,0000724310
173	-0,015706806	0,004291845	0,0002467040	0,0000184199
174	-0,021276596	-0,004273504	0,0004526940	0,0000182628
175	-0,010869565	0,042918455	0,0001181470	0,0018419940
176	-0,005494505	-0,016460905	0,0000301896	0,0002709610
177	-0,022099448	-0,033472803	0,0004883860	0,0011204290
178	-0,011299435	-0,004329004	0,0001276770	0,0000187403
179	-0,028571429	-0,013043478	0,0008163270	0,0001701320
180	0,058823529	0,008810573	0,0034602080	0,0000776262
181	-0,022222222	0,004366812	0,0004938270	0,0000190690
182	0	-0,039130435	0,0000000000	0,0015311910
183	-0,022727273	-0,067873303	0,0005165290	0,0046067850
184	-0,01744186	-0,009708738	0,0003042180	0,0000942596
185	-0,029585799	-0,014705882	0,0008753200	0,0002162630
186	-0,018292683	0,004975124	0,0003346220	0,0000247519
187	0,037267081	0,02970297	0,0013888350	0,0008822660
188	-0,017964072	-0,038461538	0,0003227080	0,0014792900

189	-0,036585366	-0,01	0,0013384890	0,0001000000
190	-0,006329114	0,025252525	0,0000400577	0,0006376900
191	-0,012738854	-0,034482759	0,0001622780	0,0011890610
192	-0,006451613	-0,005102041	0,0000416233	0,0000260308
193	0,006493506	-0,005128205	0,0000421656	0,0000262985
194	0	0	0,0000000000	0,0000000000
195	0,025806452	0	0,0006659730	0,0000000000
196	0,012578616	0,030927835	0,0001582220	0,0009565310
197	-0,037267081	-0,025	0,0013888350	0,0006250000
198	0,032258065	0,030769231	0,0010405830	0,0009467460
199	0,00625	0,034825871	0,0000390625	0,0012128410
200	0,055900621	0,043269231	0,0031248790	0,0018722260
201	0	0,00921659	0,0000000000	0,0000849455
202	0,017647059	0,03196347	0,0003114190	0,0010216630
203	0	-0,039823009	0,0000000000	0,0015858720
204	0,01734104	-0,01843318	0,0003007120	0,0003397820
205	0	0	0,0000000000	0,0000000000
206	0	0	0,0000000000	0,0000000000
207	0,005681818	0,009389671	0,0000322831	0,0000881659
208	0	0	0,0000000000	0,0000000000
209	0	0	0,0000000000	0,0000000000
210	0,011299435	0,023255814	0,0001276770	0,0005408330
211	-0,039106145	-0,036363636	0,0015292910	0,0013223140
212	0	0	0,0000000000	0,0000000000
213	0	0	0,0000000000	0,0000000000
214	0	0	0,0000000000	0,0000000000
215	-0,01744186	-0,033018868	0,0003042180	0,0010902460
216	0	0	0,0000000000	0,0000000000
217	-0,00591716	-0,073170732	0,0000350128	0,0053539560
218	0	0	0,0000000000	0,0000000000
219	-0,035714286	-0,031578947	0,0012755100	0,0009972300
220	-0,024691358	-0,016304348	0,0006096630	0,0002658320
221	0,018987342	0,038674033	0,0003605190	0,0014956810
222	0	0	0,0000000000	0,0000000000
223	0,00621118	-0,010638298	0,0000385788	0,0001131730
224	0,018518519	0	0,0003429360	0,0000000000
225	0,03030303	0,021505376	0,0009182740	0,0004624810
226	0,035294118	0,031578947	0,0012456750	0,0009972300
227	-0,039772727	-0,015306122	0,0015818700	0,0002342770

228	0	-0,025906736	0,0000000000	0,0006711590
229	0,047337278	0,04787234	0,0022408180	0,0022917610
230	-0,016949153	-0,035532995	0,0002872740	0,0012625940
231	-0,017241379	0,015789474	0,0002972650	0,0002493070
232	0	0	0,0000000000	0,0000000000
233	-0,005847953	-0,015544041	0,0000341986	0,0002416170
234	0,017647059	-0,010526316	0,0003114190	0,0001108030
235	0	0	0,0000000000	0,0000000000
236	0,01734104	0,015957447	0,0003007120	0,0002546400
237	0,005681818	0,005235602	0,0000322831	0,0000274115
238	0,124293785	0,041666667	0,0154489450	0,0017361110
239	-0,050251256	-0,005	0,0025251890	0,0000250000
240	-0,042328042	-0,010050251	0,0017916630	0,0001010080
241	0	0	0,0000000000	0,0000000000
242	0	0	0,0000000000	0,0000000000
243	0	0	0,0000000000	0,0000000000
244	0	0	0,0000000000	0,0000000000
245	0	0	0,0000000000	0,0000000000
246	0	0	0,0000000000	0,0000000000
247	0	0	0,0000000000	0,0000000000
248	-0,027624309	-0,050761421	0,0007631020	0,0025767220
249	0,011363636	-0,021390374	0,0001291320	0,0004575480
250	0,02247191	-0,021857923	0,0005049870	0,0004777690
251	-0,021978022	-0,039106145	0,0004830330	0,0015292910
252	-0,02247191	-0,005813953	0,0005049870	0,0000338020
253	-0,034482759	-0,035087719	0,0011890610	0,0012311480
254	-0,005952381	-0,03030303	0,0000354308	0,0009182740
255	0,065868263	0,0125	0,0043386280	0,0001562500
256	-0,056179775	-0,00617284	0,0031561670	0,0000381040
Mean	0,000983036	0,00066575		
SDV	0,023509586	0,02510183		
SK	1,142800745	0,712872668		
KU	4,242501462	2,03587101		

Program R

```

> return <- read_excel("D:/return.xlsx")
> View(return)
> library("car", lib.loc=~R/win-library/3.5")
> Box.test(return$`RETURN ANTAM`, lag=1,type = "Ljung-Box")
> Box.test(return$`RETURN ANTAM`, lag=5,type = "Ljung-Box")
> Box.test(return$`RETURN ANTAM`, lag=10,type = "Ljung-Box")
> Box.test(return$`RETURN ANTAM`, lag=15,type = "Ljung-Box")
> Box.test(return$`RETURN ANTAM`, lag=20,type = "Ljung-Box")
> Box.test(return$`RETUN TIMAH`, lag=1,type = "Ljung-Box")
> Box.test(return$`RETUN TIMAH`, lag=5,type = "Ljung-Box")
> Box.test(return$`RETUN TIMAH`, lag=10,type = "Ljung-Box")
> Box.test(return$`RETUN TIMAH`, lag=15,type = "Ljung-Box")
> Box.test(return$`RETUN TIMAH`, lag=20,type = "Ljung-Box")
> acf(return$`RETURN ANTAM`)
> acf(return$`RETUN TIMAH`)
> acf(return$`RETURN KUADRAT ANTAM`)
> acf(return$`RETURN KUADRAT TIMAH`)
> library("FINTS", lib.loc=~R/win-library/3.5")
> ArchTest(return$`RETURN ANTAM`)
> ArchTest(return$`RETUN TIMAH`)
> cor.test(return$`RETURN ANTAM`,return$`RETUN TIMAH`, method =
"kendall")
> a=(2*tau)/(1-tau)
> a
[1] 1.447201
> 1/a
[1] 0.6909889
> Y=rgamma(100,0.6909889,1)
> y=runif(100)
> b=-log(y)
> c=b/Y
> U=c^(-a)-1
> Uinv=1/U
> P=0.01*Uinv
> rt=mean(P)
> sdv=sd(P)
> rt
[1] -0.005590725
> sdv
[1] 0.0463093
> var90=rt+(sdv*1.645)
> var95=rt+(sdv*1.96)
> var99=rt+(sdv*2.57)
> var90
[1] 0.07058808
> var95
[1] 0.08517551
> var99
[1] 0.1134242
> rata=mean(Uinv)
> sd=sd(Uinv)
> rata

```

```
[1] -0.5590725  
> sd  
[1] 4.63093  
> ret=rata+(Uinv*sd)  
> return=ret*(1/100)  
> sigma=0.0201  
> miu=-0.05417  
> fd=((3.14*sigma)*(1+((return-miu)/sigma)^2))^(-1)  
> pr=return*fd  
> summary(pr)
```



Output 1

Uji Ljung-Box return Antam

```
> Box.test(return$`RETURN ANTAM`, lag=1, type = "Ljung-Box")
```

Box-Ljung test

```
data: return$`RETURN ANTAM`
X-squared = 0.97591, df = 1, p-value = 0.3232
```

```
> Box.test(return$`RETURN ANTAM`, lag=5, type = "Ljung-Box")
```

Box-Ljung test

```
data: return$`RETURN ANTAM`
X-squared = 3.9322, df = 5, p-value = 0.5592
```

```
> Box.test(return$`RETURN ANTAM`, lag=10, type = "Ljung-Box")
```

Box-Ljung test

```
data: return$`RETURN ANTAM`
X-squared = 8.9867, df = 10, p-value = 0.5334
```

```
> Box.test(return$`RETURN ANTAM`, lag=15, type = "Ljung-Box")
```

Box-Ljung test

```
data: return$`RETURN ANTAM`
X-squared = 13.464, df = 15, p-value = 0.5665
```

```
> Box.test(return$`RETURN ANTAM`, lag=20, type = "Ljung-Box")
```

Box-Ljung test

```
data: return$`RETURN ANTAM`
X-squared = 21.252, df = 20, p-value = 0.3824
```

Uji Ljung-Box Return Timah

```
> Box.test(return$`RETUN TIMAH`, lag=1, type = "Ljung-Box")
```

Box-Ljung test

```
data: return$`RETUN TIMAH`
X-squared = 1.6799, df = 1, p-value = 0.1949
```

```
> Box.test(return$`RETUN TIMAH`, lag=5, type = "Ljung-Box")
```

Box-Ljung test

```
data: return$`RETUN TIMAH`
X-squared = 2.7147, df = 5, p-value = 0.7439
```

```
> Box.test(return$`RETUN TIMAH`, lag=10, type = "Ljung-Box")
```

Box-Ljung test

```
data: return$`RETUN TIMAH`
X-squared = 6.7296, df = 10, p-value = 0.7507
```

```
> Box.test(return$`RETUN TIMAH`, lag=15, type = "Ljung-Box")
```

Box-Ljung test

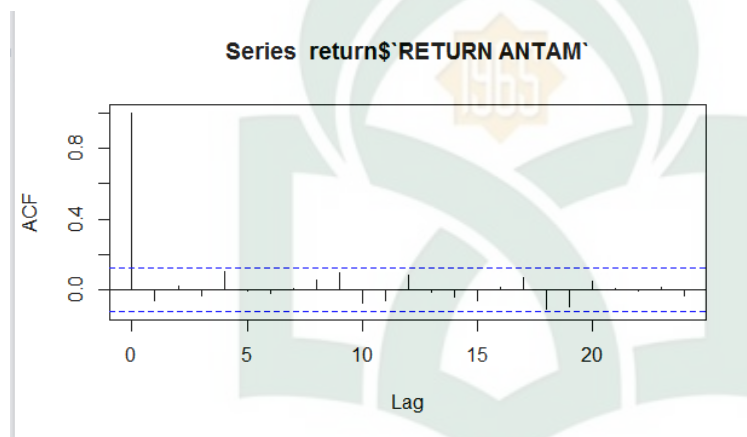
```
data: return$`RETUN TIMAH`
X-squared = 8.3744, df = 15, p-value = 0.9079
```

```
> Box.test(return$`RETUN TIMAH`, lag=20, type = "Ljung-Box")
```

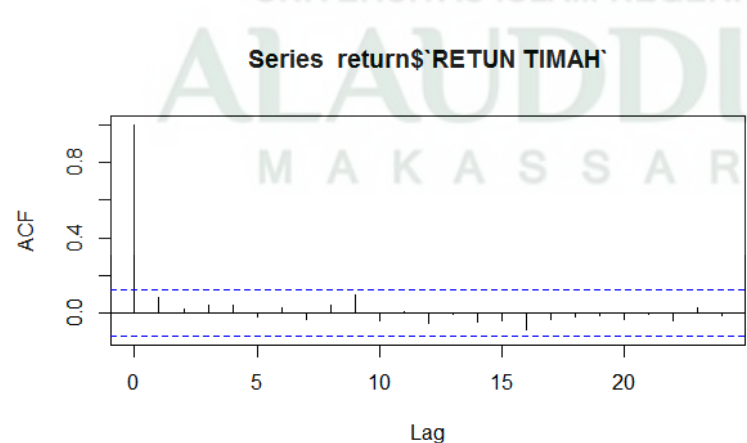
Box-Ljung test

```
data: return$`RETUN TIMAH`
X-squared = 11.313, df = 20, p-value = 0.9377
```

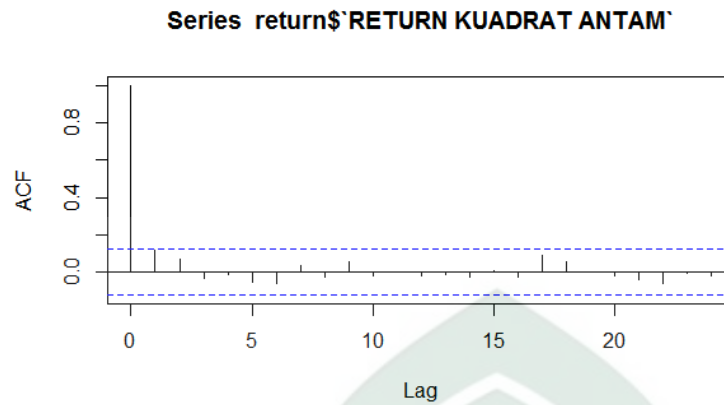
Uji ACF Return Antam



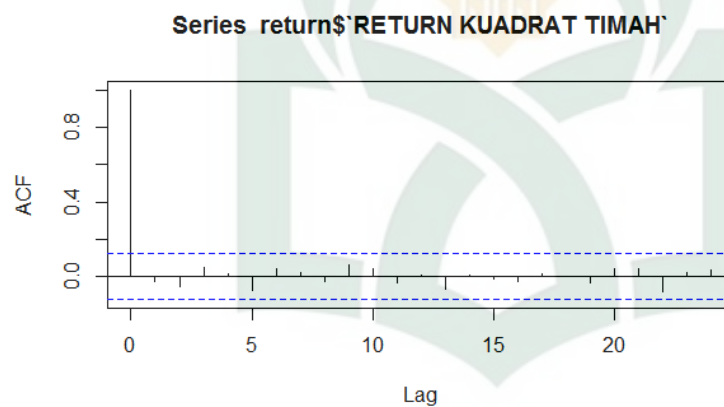
Uji ACF Return Timah



Uji ACF Return Kuadrat Antam



Uji ACF Return Kuadrat Timah



Output 2

Uji ARCH LM

```
> ArchTest(return$`RETURN ANTAM`)
```

ARCH LM-test; Null hypothesis: no ARCH effects

data: return\$`RETURN ANTAM`
Chi-squared = 8.0379, df = 12, p-value = 0.7822

```
> ArchTest(return$`RETUN TIMAH`)
```

ARCH LM-test; Null hypothesis: no ARCH effects

data: return\$`RETUN TIMAH`
Chi-squared = 4.657, df = 12, p-value = 0.9685

Output 3

Perhitungan Korelasi Kendall's Tau

```
> cor.test(return$`RETURN ANTAM`, return$`RETUN TIMAH`, method = "kendall")
```

Kendall's rank correlation tau

data: return\$`RETURN ANTAM` and return\$`RETUN TIMAH`

z = 9.65, p-value < 2.2e-16

alternative hypothesis: true tau is not equal to 0

sample estimates:

tau

0.4198192

```
> a=(2*tau)/(1-tau)
```

```
> a
```

```
[1] 1.447201
```

Output 4

Simulasi Clayton Copula

```
> U
```

```
[1] 68.95567125 -0.92791021 -0.93053969 1.17648639 -0.47506901 -0.84844951
[7] 0.71492108 -0.97152765 2.20332825 -0.98141371 -0.15763620 -0.98851262
[13] 0.04469294 0.30198423 7.30100901 -0.89658481 -0.31878874 -0.67450310
[19] -0.99016734 0.49745996 -0.92362814 67.41650994 -0.99593493 0.14545755
[25] 7.48109666 -0.11354534 -0.96746575 -0.99793436 -0.91157714 -0.90931582
[31] 1.44429920 8.09098570 -0.95561033 -0.92689362 0.05840544 -0.75354126
[37] -0.93936365 -0.64894856 3.79777838 -0.98199030 37.70321917 -0.99605723
[43] -0.91472648 -0.99915300 -0.96981975 -0.37815298 -0.71073630 -0.84504152
[49] -0.11400223 0.40883920 -0.97043876 -0.58700026 -0.95431011 -0.83162987
[55] -0.82319565 0.71742465 -0.72775425 9.26452952 -0.99868076 -0.17580330
[61] -0.86508313 -0.99955305 23.77278243 0.36530503 -0.87244716 -0.96465085
[67] 7.77144267 18.69464801 -0.99309897 -0.99840583 -0.11372465 -0.98671084
[73] -0.06329053 -0.27275245 -0.54525541 -0.82832309 -0.99747919 -0.97089382
[79] 6.74156103 1.35953030 -0.87893616 -0.37377149 16.75170520 2.21611514
[85] 2.45428548 0.79977781 4.77071153 -0.24803335 -0.11079601 0.04451281
[91] -0.96411602 -0.39352732 -0.98636494 -0.75818341 -0.99098649 5.03522396
[97] -0.99819151 -0.63906164 -0.62236360 3.33933444
```

Output 5

Perhitungan Nilai VaR

```
> Uinv
```

```
[1] 0.01450207 -1.07769048 -1.07464518 0.84998858 -2.10495735 -1.17862052
[7] 1.39875579 -1.02930679 0.45385884 -1.01893828 -6.34372064 -1.01162087
[13] 22.37489924 3.31143122 0.13696737 -1.11534346 -3.13687362 -1.48257287
[19] -1.00993030 2.01021203 -1.08268680 0.01483316 -1.00408166 6.87485797
[25] 0.13367024 -8.80705447 -1.03362832 -1.00206991 -1.09699986 -1.09972792
[31] 0.69237731 0.12359434 -1.04645164 -1.07887246 17.12169409 -1.32706735
[37] -1.06455045 -1.54095418 0.26331184 -1.01834000 0.02652293 -1.00395838
[43] -1.09322298 -1.00084772 -1.03111944 -2.64443240 -1.40699159 -1.18337381
[49] -8.77175810 2.44594940 -1.03046172 -1.70357676 -1.04787741 -1.20245801
[55] -1.21477804 1.39387460 -1.37409022 0.10793856 -1.00132098 -5.68817529
[61] -1.15595827 -1.00044715 0.04206491 2.73743836 -1.14620122 -1.03664450
```

```
[67] 0.12867624 0.05349125 -1.00694899 -1.00159672 -8.79316872 -1.01346814
[73] -15.80015306 -3.66632814 -1.83400289 -1.20725839 -1.00252718 -1.02997875
[79] 0.14833360 0.73554815 -1.13773906 -2.67543142 0.05969542 0.45124009
[85] 0.40745056 1.25034726 0.20961234 -4.03171582 -9.02559599 22.46544359
[91] -1.03721956 -2.54111961 -1.01382354 -1.31894207 -1.00909550 0.19860090
[97] -1.00181176 -1.56479429 -1.60677777 0.29946087
```

> P

```
[1] 0.0001450207 -0.0107769048 -0.0107464518 0.0084998858 -0.0210495735
[6] -0.0117862052 0.0139875579 -0.0102930679 0.0045385884 -0.0101893828
[11] -0.0634372064 -0.0101162087 0.2237489924 0.0331143122 0.0013696737
[16] -0.0111534346 -0.0313687362 -0.0148257287 -0.0100993030 0.0201021203
[21] -0.0108268680 0.0001483316 -0.0100408166 0.0687485797 0.0013367024
[26] -0.0880705447 -0.0103362832 -0.0100206991 -0.0109699986 -0.0109972792
[31] 0.0069237731 0.0012359434 -0.0104645164 -0.0107887246 0.1712169409
[36] -0.0132706735 -0.0106455045 -0.0154095418 0.0026331184 -0.0101834000
[41] 0.0002652293 -0.0100395838 -0.0109322298 -0.0100084772 -0.0103111944
[46] -0.0264443240 -0.0140699159 -0.0118337381 -0.0877175810 0.0244594940
[51] -0.0103046172 -0.0170357676 -0.0104787741 -0.0120245801 -0.0121477804
[56] 0.0139387460 -0.0137409022 0.0010793856 -0.0100132098 -0.0568817529
[61] -0.0115595827 -0.0100044715 0.0004206491 0.0273743836 -0.0114620122
[66] -0.0103664450 0.0012867624 0.0005349125 -0.0100694899 -0.0100159672
[71] -0.0879316872 -0.0101346814 -0.1580015306 -0.0366632814 -0.0183400289
[76] -0.0120725839 -0.0100252718 -0.0102997875 0.0014833360 0.0073554815
[81] -0.0113773906 -0.0267543142 0.0005969542 0.0045124009 0.0040745056
[86] 0.0125034726 0.0020961234 -0.0403171582 -0.0902559599 0.2246544359
[91] -0.0103721956 -0.0254111961 -0.0101382354 -0.0131894207 -0.0100909550
[96] 0.0019860090 -0.0100181176 -0.0156479429 -0.0160677777 0.0029946087
```

Output 5

Estimasi Nilai CVaR

> ret

```
[1] -0.49191446 -5.54978221 -5.53567965 3.37716548 -10.30698364 -6.01718221
[7] 5.91846825 -5.32572070 1.54271618 -5.27770486 -29.93640172 -5.24381844
[13] 103.05752998 14.77593516 0.07521383 -5.72415054 -15.08571615 -7.42476441
[19] -5.23598954 8.75007958 -5.57291983 -0.49038120 -5.20890490 31.27791668
[25] 0.05994506 -41.34392937 -5.34573343 -5.19958861 -5.63920262 -5.65183608
[31] 2.64727865 0.01328424 -5.40511733 -5.55525587 78.73030223 -6.70462916
[37] -5.48893165 -7.69512421 0.66030627 -5.27493426 -0.43624667 -5.20833396
[43] -5.62171212 -5.19392874 -5.33411497 -12.80525509 -7.07475276 -6.03919436
[49] -41.18047436 10.76794905 -5.33106913 -8.44821803 -5.41171995 -6.12757199
[55] -6.18462516 5.89586382 -6.92238879 -0.05921656 -5.19612037 -26.90061680
[61] -5.91223489 -5.19207374 -0.36427285 12.11781414 -5.86705071 -5.35970112
[67] 0.03681817 -0.31135830 -5.22218329 -5.19739730 -41.27962542 -5.25237301
[73] -73.72848269 -17.53758321 -9.05221237 -6.14980219 -5.20170621 -5.32883250
[79] 0.12785004 2.84719981 -5.82786302 -12.94880941 -0.28262722 1.53058896
[85] 1.32780268 5.23119870 0.41162763 -19.22966816 -42.35597995 103.47683457
[91] -5.36236421 -12.32682073 -5.25401885 -6.66700155 -5.23212361 0.36063441
[97] -5.19839315 -7.80552610 -7.99994867 0.82770994
```

> return

```
[1] -0.0049191446 -0.0554978221 -0.0553567965 0.0337716548 -0.1030698364
[6] -0.0601718221 0.0591846825 -0.0532572070 0.0154271618 -0.0527770486
[11] -0.2993640172 -0.0524381844 1.0305752998 0.1477593516 0.0007521383
[16] -0.0572415054 -0.1508571615 -0.0742476441 -0.0523598954 0.0875007958
[21] -0.0557291983 -0.0049038120 -0.0520890490 0.3127791668 0.0005994506
```



```

[26] -0.4134392937 -0.0534573343 -0.0519958861 -0.0563920262 -0.0565183608
[31]  0.0264727865  0.0001328424 -0.0540511733 -0.0555525587  0.7873030223
[36] -0.0670462916 -0.0548893165 -0.0769512421  0.0066030627 -0.0527493426
[41] -0.0043624667 -0.0520833396 -0.0562171212 -0.0519392874 -0.0533411497
[46] -0.1280525509 -0.0707475276 -0.0603919436 -0.4118047436  0.1076794905
[51] -0.0533106913 -0.0844821803 -0.0541171995 -0.0612757199 -0.0618462516
[56]  0.0589586382 -0.0692238879 -0.0005921656 -0.0519612037 -0.2690061680
[61] -0.0591223489 -0.0519207374 -0.0036427285  0.1211781414 -0.0586705071
[66] -0.0535970112  0.0003681817 -0.0031135830 -0.0522218329 -0.0519739730
[71] -0.4127962542 -0.0525237301 -0.7372848269 -0.1753758321 -0.0905221237
[76] -0.0614980219 -0.0520170621 -0.0532883250  0.0012785004  0.0284719981
[81] -0.0582786302 -0.1294880941 -0.0028262722  0.0153058896  0.0132780268
[86]  0.0523119870  0.0041162763 -0.1922966816 -0.4235597995  1.0347683457
[91] -0.0536236421 -0.1232682073 -0.0525401885 -0.0666700155 -0.0523212361
[96]  0.0036063441 -0.0519839315 -0.0780552610 -0.0799994867  0.0082770994
> fd
[1] 2.262208609 15.775500410 15.789299469 0.786615231 2.290091848 14.547296107
[7] 0.482994934 15.811736557 1.219807245 15.768614215 0.105764021 15.727590725
[13] 0.005438283 0.155448174 1.871470567 15.482802098 0.656378184 7.930988767
[19] 15.716882886 0.312644265 15.749573294 2.261001644 15.676319460 0.047397287
[25] 1.880679488 0.049438919 15.824451788 15.661115755 15.653049463 15.630979874
[31] 0.926744546 1.909227301 15.843791427 15.769734745 0.009035211 11.234071733
[37] 15.824079231 6.935328953 1.562286501 15.765586777 2.218965981 15.675406036
[43] 15.681682569 15.651569141 15.817448605 1.091875408 9.429940460 14.458882699
[49] 0.049890441 0.240656020 15.815439182 4.839044950 15.844235819 14.084172075
[55] 13.827591587 0.484867898 10.150609003 1.954829582 15.655293528 0.137488571
[61] 14.937548950 15.648389480 2.164775470 0.205491890 15.087929637 15.831479802
[67] 1.894751897 2.126126785 15.696885306 15.657447352 0.049615816 15.738765411
[73] 0.013705761 0.424069670 3.709836273 13.985438834 15.664627403 15.813917782
[79] 1.840215287 0.884922677 15.208869478 1.053391134 2.105551720 1.223740196
[85] 1.292339097 0.545140775 1.683969664 0.328557055 0.046774873 0.005396496
[91] 15.832647037 1.236107863 15.740852179 11.425533592 15.711426359 1.710602768
[97] 15.659118817 6.568671952 5.975951197 1.487405705
> pr
[1] -0.0111281312 -0.8755059146 -0.8740450379 0.0265652980 -0.2360393920
[6] -0.8753373132 0.0285859018 -0.8420889261 0.0188181638 -0.8322209189
[11] -0.0316619422 -0.8247263031 0.0056045596 0.0229689214 0.0014076047
[16] -0.8862589004 -0.0990193496 -0.5888572317 -0.8229343441 0.0273566220
[21] -0.8777110937 -0.0110875269 -0.8165645726 0.0148248841 0.0011273744
[26] -0.0204399918 -0.8459330094 -0.8143135916 -0.8827071751 -0.8834373608
[31] 0.0245335105 0.0002536263 -0.8563755157 -0.8760491147 0.0071134488
[36] -0.7532028490 -0.8685728932 -0.5336821772 0.0103158757 -0.8316243378
[41] -0.0096801653 -0.8164274964 -0.8815790501 -0.8129313486 -0.8437208935
[46] -0.1398174312 -0.6671449732 -0.8732000286 -0.0205451204 0.0259137177
[51] -0.8431319960 -0.4088130681 -0.8574456701 -0.8630177829 -0.8551847087
[56] 0.0285871510 -0.7026646194 -0.0011575828 -0.8134678966 -0.0369852737
[61] -0.8831429806 -0.8124759216 -0.0078856894 0.0249011253 -0.8852164822
[66] -0.8485200005 0.0006976130 -0.0066198722 -0.8197201216 -0.8137797461
[71] -0.0204812232 -0.8266586672 -0.0101050495 -0.0743715713 -0.3358222581
[76] -0.8600768241 -0.8148278959 -0.8426971901 0.0023527160 0.0251955168
[81] -0.8863520804 -0.1364016102 -0.0059508623 0.0187304323 0.0171597132
[86] 0.0285173972 0.0069316844 -0.0631804315 -0.0198119557 0.0055841235
[91] -0.8490041975 -0.1523728003 -0.8270273411 -0.7617405020 -0.8220412484
[96] 0.0061690222 -0.8140225599 -0.5127194033 -0.4780730283 0.0123114048
> summary(pr)
      Min.      1st Qu.      Median      Mean      3rd Qu.      Max.
-0.8863521 -0.8422410 -0.4953962 -0.4291701  0.0003646  0.0285872

```




UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
ALAUDDIN
M A K A S S A R